سلسلة

الأوائل

في



للصف الثاني الثانوي

أ/ عبدالمعطي حجازي



أهم المفاهيم

الموجة	اضطراب ينتقل ويقوم بنقل الطاقة في اتجاه انتشاره
الحركة الاهتزازية	هي الحركة المنتظمة التي يعملها الجسم المهتز حول موضع سكونه أو اتزانه الأصلي .
الإزاحة (d)	هي بعد الجسم المهتز في أي لحظة عن موضع سكونه أو اتزانه الأصلي .
سعة الاهتزازة (A)	أقصى إزاحة يصنعها الجسم المهتز بعيدا عن موضع سكونه.
الاهتزازة الكاملة	حركة يصنعها الجسم المهتز في الفترة الزمنية التي تمضى بين مروره بنقطة ما في مسار حركته مرتين متتاليتين بنفس السرعة مقداراً واتجاهاً.
الزمن الدوري (T)	الزمن الذي يستغرقه الجسم المهتز لعمل اهتزازة كاملة.
التردد (υ)	عدد الاهتزازات الكاملة التي يحدثها الجسم المهتز في الثانية الواحدة.ويقاس بوحدة [اهتزازة / ثانية] أو [الهرتز Hz]
الموجة الطولية	الموجة التي تهتز فيها جزيئات الوسط حول مواضع اتزانها على نفس خط انتشار الحركة الموجية .
الموجة المستعرضة	الموجة التي تهتز فيها جزيئات الوسط حول مواضع اتزانها في اتجاه عمودي على اتجاه انتشار الحركة الموجية .
الطول الموجي (λ)	المسافة بين أي نقطتين متتاليتين علي الموجة لهما نفس الطور أو هو المسافة التي تتحركها الموجة خلال زمن دوري واحد .
الطور	هو موضع واتجاه حركة جزيء من جزيئات الوسط في لحظة من اللحظات .
الطول الموجي (λ) للموجة المستعرضة	هو المسافة بين أي قمتين متتاليتين أو قاعين متتالين على الموجة.
الطول الموجي (λ) للموجة الطولية	هو المسافة بين مركزي تضاغطين متتالين أو مركزي تخلخلين متتالين
سرعة انتشار الموجة (v)	المسافة التي تقطعها الموجة في الثانية الواحدة.

ما معنى ما يأتي

جسم مهتز يصنع إزاحة مقدارها (7سم) في لحظة ما أثناء اهتزازه	بعد الجسم المهتز في هذه اللحظة عن موضع سكونه أو اتزانه الأصلي يساوي 7سم .
سعة الاهتزازة لموجة = 15سم	النهاية العظمى للإزاحة لجزيئات الوسط الذي تنتشر فيه الموجة سواء في الاتجاه الموجب أو الاتجاه السالب = 15سم .
الزمن الدوري لجسم مهتز 0.05 ثانية	أي أن الزمن الذي يستغرقه هذا الجسم لعمل اهتزازة واحدة كاملة يساوى 0.05 ثانية.
تردد موجة تنتشر في وسط ما يساوي (200Hz)	عدد الأمواج التي تمر بنقطة معينة في مسار الحركة الموجية في الثانية الواحدة يساوي 200موجة .
الطول الموجي لموجة = 1.2متر	المسافة بين أي نقطتين متتاليتين علي الموجة لهما نفس الطور = 1.2متر .
الطول الموجي لموجة مستعرضة = 80سم	المسافة بين أي قمتين متتاليتين أو قاعين متتالين على الموجة يساوي 80سم
الطول الموجي لموجة طولية = 65سم	المسافة بين مركزي تضاغطين متتالين أو مركزي تخلخلين متتالين يساوي 65سم
سرعة انتشار موجات الصوت في الهواء = 340m/s (عند 20°C)	عند (20°C) المسافة التي تقطعها موجات الصوت في الهواء في الثانية الواحدة 340متر

العلاقات والقوانين الهامة

العلاقة بين التردد والزمن الدوري	$\nu = \frac{1}{T}$
عدد الأمواج = عدد الذبذبات = المسافة الكلية ÷ طول الموجة	$n = \frac{X}{\lambda}$
العلاقة بين التردد والطول الموجي وسرعة انتشار الموجة	$V = \lambda \times \nu$
العلاقة بين التردد والطول الموجي	$\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$
✸ عند القاء حجر فى ماء تتكون موجات على شكل دوائر فان نصف قطر الدائرة الخارجية هو المسافة التى قطعتها امواج الماء	

مقارنة بين أنواع الموجات

وجه المقارنة	الموجات الميكانيكية	الموجات الكهرومغناطيسية

التعريف	اضطراب يحتاج وسط مادي حتى ينتشر	اضطراب ينتشر في الأوساط المادية والفراغ
كيف تنشأ	اهتزاز جزيئات الوسط في اتجاه عمودي على اتجاه انتشار الموجة وفي نفس اتجاه انتشار الموجة	تنشأ من اهتزاز مجالات كهربية ومغناطيسية في اتجاه عمودي على خط الانتشار
أنواعها	طولية ومستعرضة	جميعها مستعرضة
الرؤية	يمكن أن نرى بعضها كاهتزاز الماء والأوتار	لا ترى ولكن ندركها بآثارها
السرعة	تختلف سرعتها باختلاف الوسط	سرعتها ثابتة = 3×10^{8} م/ث
أمثلتها	الماء , الصوت, اهتزاز الأوتار	الراديو , الضوء , أشعة جاما

التعليلات الهامة

(1)	عند تحريك ماء في حوض بواسطة لوح من الخشب يحدث عند سطح الماء أمواج مستعرضة بينما يحدث في قاع الحوض أمواج طولية .	لأن جزيئات الماء عند السطح تتحرك إلى أعلى وإلى أسفل في اتجاه عمودي على اتجاه انتشار الموجة لكبر قوى التماسك بين جزيئات سطح الماء . بينما جزيئات الماء في القاع تتحرك حول مواضع سكونها في نفس اتجاه انتشار الموجة لانعدام قوى التماسك بين الجزيئات .
(2)	كلما زاد تردد الموجة قل الطول الموجي (بفرض ثبوت سعة انتشارها)	لأن التردد يتناسب عكسياً مع طول الموجة $\nu \propto \frac{1}{\lambda}$
(3)	الموجات الكهرومغناطيسية لا تحتاج لوسط مادي تنتقل فيه .	لأنها تتولد نتيجة اهتزاز مجالات كهربية ومجالات مغناطيسية وليس نتيجة اهتزاز جزيئات الوسط كما في الموجات الميكانيكية .
(4)	ينتشر الصوت في الغازات على هيئة موجات طولية فقط .	لآن قوى التماسك بين جزيئات الغاز صغيرة جداً . فإذا اهتز مصدر الصوت يضغط على الجزيئات ثم يبتعد فيحدث تخلخل على هيئة موجات طولية .
(5)	ينتشر الصوت في المواد الجامدة والسوائل على هيئة موجات طولية ومستعرضة .	لآن قوى التماسك بين جزيئاتها كبيرة لأنها قريبة من بعضها أكثر من جزيئات الغاز .

أهم الاستنتاجات

إذا انتقلت موجة بسرعة (V) من مكان لآخر مسافة تعادل الطول الموجي (λ) في زمن مقداره الزمن الدوري (T) فإن :-

$$V = \frac{\lambda}{T} \Rightarrow \because \upsilon = \frac{1}{T} \Rightarrow \therefore V = \lambda \upsilon$$

أمثلة محلولة

(1)جسم مهتز يحدث $\frac{1}{4}$ اهتزازة كاملة في $\frac{1}{80}$ من الثانية احسب :❶الزمن الدوري ❷ التردد

❶) الزمن الدوري = 4 × زمن سعة الاهتزازة

$T= 4 \times \frac{1}{80} = \frac{1}{20} = 0.05\ s$

❷) $\upsilon = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.05} = 20Hz$

---

(2)موجة مستعرضة المسافة بين القمة الأولى والسادسة عشرة = 105m والزمن الذي يمضي بين مرور القمة الأولى والسادسة عشرة 0.375 s استنتج :-

❶ الطول الموجي ❷ التردد ❸ الزمن الدوري

الحل :- عدد الموجات = 16 -1 = 15 موجة

❶ $\lambda = \frac{X}{n} = \frac{105}{15} = 7m$

❷ $\nu = \frac{n}{t} = \frac{15}{0.375} = 40Hz$

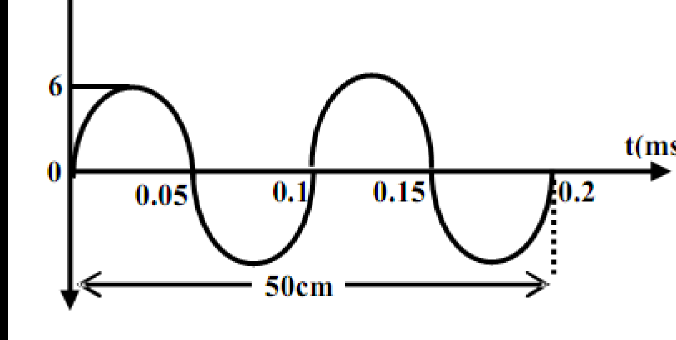
❸ $T = \frac{1}{\nu} = \frac{1}{40} = 0.025s$

---

(3)من الشكل المقابل احسب :-

❶ الطول الموجي ❷ التردد

❸ سعة الاهتزازة



❶

$\lambda = \frac{X}{n} = \frac{5\times10^{-2}}{2} = 0.25m$

❷ $\nu = \frac{n}{t} = \frac{2}{0.2\times10^{-3}} = 10^{4}Hz$

❸ سعة الاهتزازة = أقصى إزاحة = $6\times10^{-2} = 0.06$ متر

---

(4) ألقى طالب حجراً في بحيرة ساكنة فتكونت موجات على شكل دوائر متحدة المركز مركزها نقطة سقوط الحجر فإذا علمت أن 30 موجة تكونت خلال 3S وذلك في دائرة نصف قطرها الخارجي 2.1m احسب

(أ) طول الموجة الحادثة (ب) ترددها (جـ) سرعة انتقال الموجة (د) الزمن الدوري

الحل : (أ) $\lambda = \frac{X}{n} = \frac{2.1}{30} = 0.07m$ (ب) $\nu = \frac{n}{t} = \frac{30}{3} = 10Hz$

(جـ) $V = \nu\times\lambda = 10\times0.07 = 0.7m/s$ (د) $T = \frac{1}{\nu} = \frac{1}{10} = 0.1s$

---

(5) نغمتان ترددهما 425Hz , 680Hz فإذا كان الطول الموجي للموجة الثانية يزيد عن الطول الموجي للموجة الأولى بمقدار 30cm احسب سرعة الصوت في الهواء .

$$\frac{\nu_1}{\nu_2}=\frac{\lambda_2}{\lambda_1}\Rightarrow\therefore\frac{680}{425}=\frac{\lambda_1+0.3}{\lambda_1}$$

$$\therefore 680\lambda_1=425\lambda_1+127.5\Rightarrow\therefore\lambda_1=0.5m$$

$$\because V=\nu\times\lambda=680\times0.5=340m/s$$

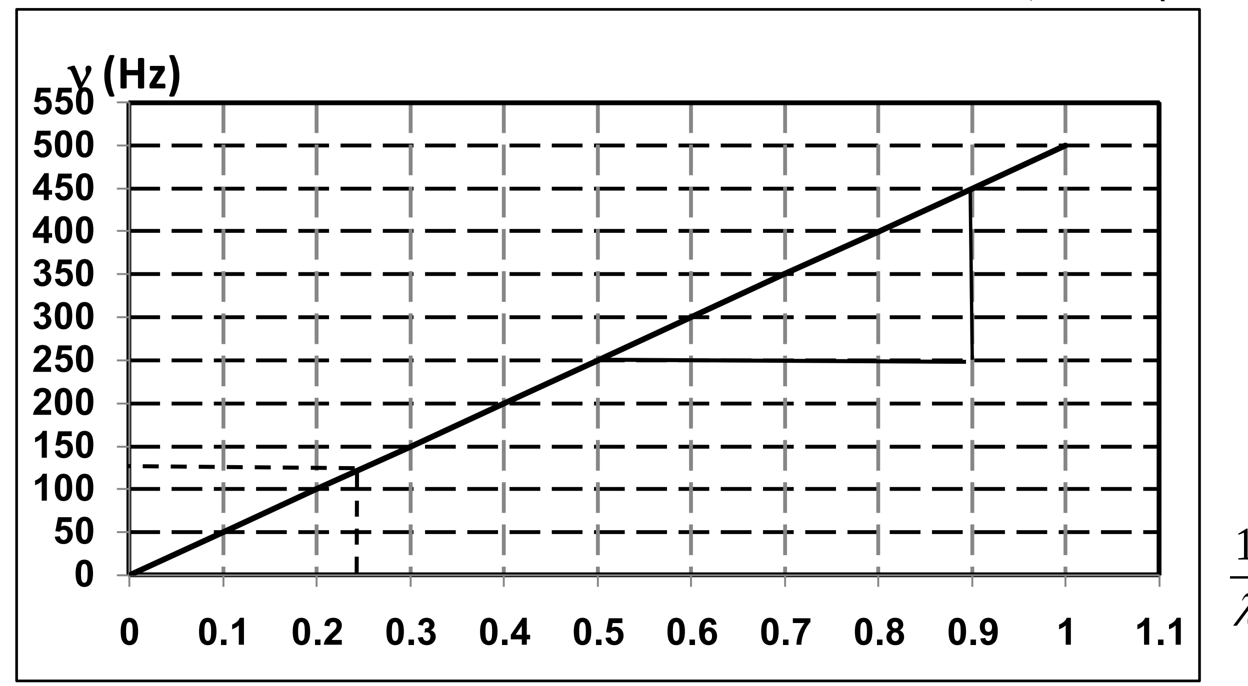
---

(6) الجدول التالي يوضح العلاقة بين الطول الموجي والتردد لموجة تتحرك في وسط ما :

λ (m)	1	2	4	5	8	10
υ (Hz)	500	250	X	100	62.5	50

أ) ارسم العلاقة البيانية لكل من (υ) على المحور الرأسي و $\frac{1}{\lambda}$ على المحور الأفقي .

ب) من الرسم اوجد : ❶ قيمة X ❷ سرعة انتشار الموجة خلال الوسط



❶ X= 125 Hz

❷ V= Slope = $\frac{\Delta\nu}{\Delta(\frac{1}{\lambda})}=\frac{450-250}{0.9-0.5}=500m/s$

أسئلة ومسائل

اختر الإجابة الصحيحة :

1 -إذا كان طول الموجة الصوتية التي يصدرها مصدر صوتي هو 0.5m وتردد النغمة 666Hz تكون سرعة انتشار الصوت في الهواء .... (338 m/ s – 333 m/s – 330 m/s – 346 m/s)

2 -ضوء طوله الموجي 6000°A ينتشر في الفضاء بسرعة 300×10^{3} km /s يكون تردده ....
(5×10^{12} Hz / 5×10^{14} Hz / 4×10^{14} Hz / 4×10^{10} Hz)

3 -موجتان صوتيتان ترددهما 256 Hz, 512 Hz تنتشران في الهواء تكون النسبة بين سرعتيهما .... (1:1 / 3:1 / 2:1 / 1:2)

4 -إذا كان الزمن الذي يستغرقه الجسم لعمل اهتزازة كاملة هو 0.1 ثانية فإن عدد الاهتزازات الكاملة التي يحدثها الجسم المهتز في 100 ثانية هو .... اهتزازة (10 / 100 / 500 / 1000)

5 -عند انتقال الموجة من وسط إلى آخر فإن الكمية الوحيدة التي لا تتغير هي ....
(الطول الموجي / التردد / سعة الاهتزازة / سرعة الموجة).

6 -موجتان تنتشران في وسط ما بحيث يكون النسبة بين ترددهما في الوسط الأول إلى الثاني 2 : 1 فيكون النسبة بين الطول الموجي لهما في الوسطين .... (2 : 1 / 1 : 2 / لا توجد علاقة بينهما)

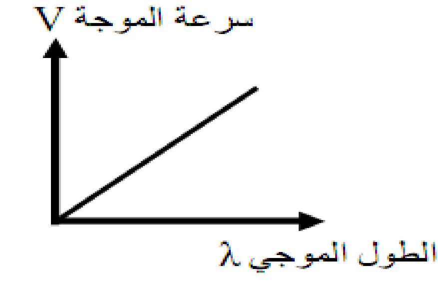
7 -جسم مهتز زمنه الدوري = $\frac{1}{4}$ التردد فإن تردده = ... هيرتز.

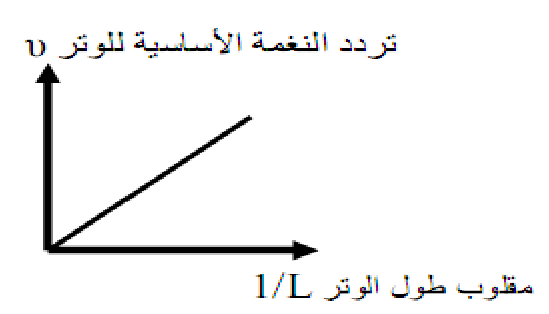
($\frac{1}{2}$ / $\frac{1}{4}$ / 2 / 4)

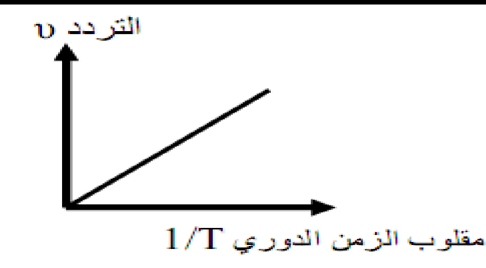
8 -حاصل ضرب التردد في الطول الموجي يساوي .... (الزمن الدوري / سرعة الموجة / واحد)

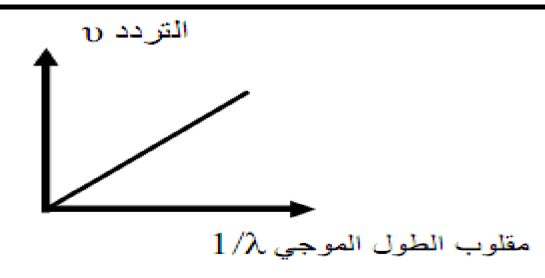
9 -كل الأمواج الآتية لا تحتاج إلى وسط مادي لانتشارها عدا ....
(الضوء / الصوت / الراديو / الأشعة السينية)

اكتب ما يساويه ميل الخط المستقيم فيما يلي







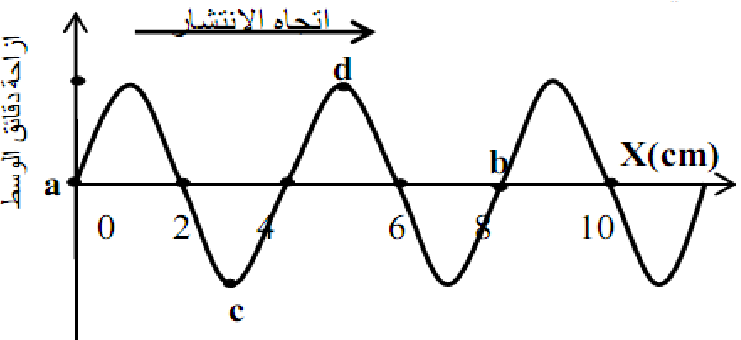


اذكر العوامل التى يتوقف عليها كل مما يلى

1) تردد جسم مهتز .
2) الطول الموجي لموجة .
3) سرعة الموجة .

مسائل

1) مصدر صوتي يصدر صوتاً تردده 2000 Hz فيسمعه شخص على بعد 0.5 Km بعد زمن 1.56 s احسب طول الموجة الصوتية ، ثم احسب عددالموجات التي يصدرها المصدر حتى يصل الصوت لشخص على بعد 641 m من مصدر الصوت .



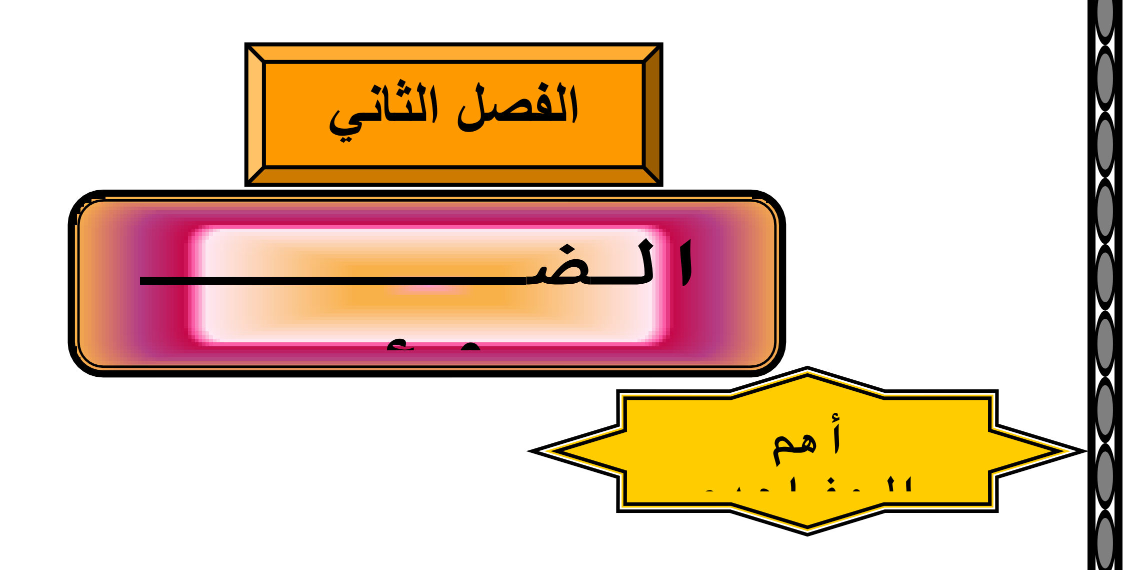
2) الشكل المقابل يمثل اهتزازات أحدثها مصدر يهتز عند النقطة (a) فتكونت أمواج في الوسط استغرقت ثانيتين حتى وصلت من النقطة (b) : أجب عما يلي :-

1) احسب تردد الأمواج .
2) احسب الطول الموجي .
3) احسب سرعة انتشار الموجة .
49 ما فرق الطور بين النقطة (c) والنقطة (d)

3) مصدر مهتز يصدر (3330) اهتزازة في (10 s) بسرعة 333 m/s احسب عدد الموجات خلال مسافة قدرها (20 m) .

4) إذا علمت أن عدد الموجات التي تمر بنقطة معينة في مسار حركة موجية هي 32 موجة خلال 40 s ، وكانت المسافة بين بداية الموجة الأولى ونهاية الموجة السابعة 63m احسب :-

1) الطول الموجي 2) الزمن الدوري 3) التردد 4) سرعة انتشار الموجة .



المصطلح	التعريف
انعكاس الضوء	ارتداد الأشعة الضوئية في نفس الوسط عندما تقابل سطح عاكس
قانون الانعكاس الأول في الضوء	زاوية السقوط φ = زاوية الانعكاس θ
القانون الانعكاس الثاني في الضوء	الشعاع الضوئي الساقط والشعاع الضوئي المنعكس والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح العاكس تقع جميعها في مستوي واحد عمودي علي السطح العاكس.
زاوية السقوط (φ)	الزاوية المحصورة بين الشعاع الضوئي الساقط والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح العاكس أو السطح الفاصل .
زاوية الانعكاس (θ)	الزاوية المحصورة بين الشعاع الضوئي المنعكس والعمود المقام من نقطة السقوط
انكسار الضوء	انحراف مسار الضوء عند يجتاز السطح الفاصل بين وسطين مختلفين في الكثافة الضوئية.
الكثافة الضوئية لوسط	قدرة الوسط على كسر الأشعة الضوئية عند نفاذها فيه .
زاوية الانكسار (θ)	الزاوية المحصورة بين الشعاع الضوئي المنكسر والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح الفاصل .
معامل الانكسار النسبي بين وسطين ($_1n_2$)	هو النسبة بين سرعة الضوء في الوسط الأول إلى سرعة الضوء في الوسط الثاني أو النسبة بين جيب زاوية السقوط في الوسط الأول إلى جيب زاوية الانكسار في الوسط الثاني أو النسبة بين معامل الانكسار المطلق للوسط الثاني إلى معامل الانكسار المطلق للوسط الأول
معامل الانكسار المطلق لوسط مادي (n)	هو النسبة بين سرعة الضوء في الفضاء أو الفراغ إلى سرعته في الوسط أو هو النسبة بين جيب زاوية السقوط في الفضاء أ و الفراغ إلى جيب زاوية الانكسار في الوسط أو هو مقلوب جيب الزاوية الحرجة للوسط
المصادر الضوئية المترابطة	هي تلك المصادر الضوئية التي تكون موجاتها متساوية في التردد والسعة ولها نفس الطور .
تداخل الضوء	هو ظاهرة موجية تراكب موجات الضوء الصادرة من مصدرين مترابطين وينتج عنه مناطق مضيئة تتخللها مناطق أخرى مظلمة تعرف باسم " هدب التداخل ".
هدب التداخل	مناطق مضيئة تتخللها مناطق أخرى مظلمة تنتج من تراكب موجات الضوء الصادرة من مصدرين مترابطين .
حيود الضوء	ظاهرة انحراف موجات الضوء عن مسارها في خط مستقيم عندما تمر خلال فتحة ضيقة أو عند ملامستها لحافة صلبة فيؤدى ذلك إلى تراكب الموجات وتكوين هدب مضيئة وأخرى مظلمة .
هدب الحيود	مناطق مضيئة تتخللها مناطق أخرى مظلمة تنتج من تراكب موجات الضوء التي حدث لها الحيود .
الزاوية الحرجة ($φ_c$)	هي زاوية سقوط في الوسط الأكبر كثافة ضوئية تقابلها زاوية انكسار في الوسط الأقل كثافة ضوئية تساوى 90°
الانعكاس الكلي	انعكاس الشعاع الضوئي داخل الوسط الأكبر كثافة ضوئية إذا كانت زاوية سقوطه فيه أكبر من الزاوية الحرجة للوسط .
السراب	هو ظاهرة طبيعية تحدث وقت الظهيرة في فصل الصيف في الأيام شديدة الحرارة في الصحارى حيث ترى الأجسام البعيدة كما لو

	كانت منعكسة على سطح ماء أو تبدو الطرق كما لو كانت مغطاة بالماء .
زاوية الانحراف (α) في المنشور الثلاثي	هي الزاوية الحادة المحصورة بين امتدادي كل من الشعاعين الساقط والخارج في المنشور الثلاثي .
زاوية النهاية الصغرى للانحراف	هي أصغر زاوية محصورة بين إمتدادي الشعاعين الساقط والخارج من المنشور الثلاثي وعندها تكون زاوية السقوط φ_1 = زاوية الخروج θ_2
المنشور الرقيق	هو منشور ثلاثي من الزجاج زاوية رأسه لا تتعدى 10^o درجات ويكون دائما في وضع النهاية الصغرى للانحراف
الانفراج الزاوي بين الشعاعين الأحمر والأزرق	الزاوية المحصورة بين الشعاعين الأزرق والأحمر بعد خروجهما من المنشور .
قوة التفريق اللوني (ω_α)	هي النسبة بين الانفراج الزاوي بين الشعاعين الأزرق والأحمر إلى زاوية انحراف الضوء الأصفر (الانحراف المتوسط) .
معامل الانكسار المتوسط لمنشور رقيق	**هو معامل انكسار مادة المنشور للون الأصفر ويساوي متوسط معاملي انكسار مادة المنشور للضوئين الأحمر والأزرق .**

ما معنى ما أ ،

معامل الانكسار النسبي بين الزجاج والماء 0.8=	أن النسبة بين سرعة الضوء في الزجاج إلى سرعته في الماء هي 0.8 أو أن النسبة بين جيب زاوية السقوط في الزجاج إلى جيب زاوية الانكسار في الماء هي 0.8 أو أن النسبة بين معامل الانكسار المطلق للماء إلى جيب زاوية الانكسار في الزجاج هي 0.8
معامل الانكسار المطلق للزجاج = 1.5	أن النسبة بين سرعة الضوء في الهواء وسرعة الضوء في الزجاج 1.5
الزاوية الحرجة للزجاج مع الهواء 42°	أن زاوية سقوط مقدار ها 42 في الزجاج تقابلها زاوية انكسار في الهواء مقدارها 90°
زاوية رأس منشور 60°	أن الزاوية المحصورة بين وجهي المنشور الذي ينفذ خلالها الضوء = 60°
زاوية الانحراف في منشور ثلاثي 50°	- أن الزاوية الحادة المحصورة بين امتداد ي الشعاعين الساقط والخارج في المنشور 50°
زاوية النهاية الصغرى لانحراف الضوء في منشور ثلاثي = 30°	- أن أصغر زاوية تكون محصورة بين امتدادي الشعاعين الساقط والخارج من المنشور تساوى 30^0 وعندها تكون زاوية السقوط = زاوية الخروج ويقال أن المنشور في هذه الحالة في وضع النهاية الصغرى

	للانحراف
الانفراج الزاوي بين الشعاعين الأزرق والأحمر = 2	أن الزاوية المحصورة بين الشعاعين الأزرق والأحمر عند خروجهما من المنشور تساوى 2^0
قوة التفريق اللوني لمنشور رقيق = 0.06	أن النسبة بين الانفراج الزاوي بين الشعاعين الأزرق والأحمر والانحراف المتوسط تساوى 0.06
معامل الانكسار المتوسط لمنشور رقيق 1.6	-أن معامل انكسار المنشور للضوء الأصفر = 1.6
الانحراف المتوسط لمنشور 9°	***أي أن زاوية انحراف اللون الأصفر = 9°***

العلاقات والقوانين الهامة

قانون الانكسار	$_1n_2 = \frac{\sin\phi}{\sin\theta} = \frac{v_1}{v_2}$ معامل الانكسار النسبي بين وسطين
معامل الانكسار المطلق لوسط	$n = \frac{\sin\phi}{\sin\theta} = \frac{c}{v}$
العلاقة بين معامل الانكسار النسبي بين وسطين ومعامل الانكسار المطلق للوسطين	$_1n_2 = \frac{\sin\phi}{\sin\theta} = \frac{n_2}{n_1}$
قانون سنل	$n_1 \sin\varphi = n_2 \sin\theta$
الطول الموجي (λ) لضوء أحادي اللون في تجربة الشق المزدوج	$\Delta y = \frac{\lambda R}{d}$
الزاوية الحرجة (φ_c) بين وسطين	$\sin\varphi_c = \frac{n_2}{n_1} = {}_1n_2$
حساب زاوية الانحراف في المنشور الثلاثي	$\alpha = \varphi_1 + \theta_2 - A$

ملاحظات هامة عند حل مسائل المنشور الثلاثي

(1) إذا سقط شعاع عمودياً على أحد أوجه منشور ثلاثي :-

θ_1 = صفر ,زاوية السقوط الثانية $A = \varphi_2$ (زاوية رأس المنشور)

(2) إذا خرج الشعاع عمودياً على الوجه الثاني للمنشور الثلاثي :-

φ_2= صفر ,زاوية السقوط الثانية, وزاوية الخروج θ_2 = صفر $A = \theta_1$ (زاوية رأس المنشور)

(3) إذا خرج الشعاع مماساً لوجه المنشور الثلاثي :-

<table>
<tr><td colspan="2">$\varphi_2 = \varphi_c$ (الزاوية الحرجة), $\theta_2 = 90°$, $A = \theta_1 + \varphi_c$, $\sin\varphi_2 = \sin\varphi_c = \frac{1}{n}$
(4) <u>في وضع النهاية الصغرى للانحراف في المنشور الثلاثي :-</u>
$\varphi_1 = \theta_2 = \varphi_o$, $= \theta_1 = \varphi_2 = \theta_o$, $\alpha_o = \varphi_1 + \theta_2 - A = 2\varphi_o - A$</td></tr>
<tr><td>حساب معامل انكسار مادة المنشور</td><td>(1) في الوضع المعتاد
$$n = \frac{\sin\varphi_1}{\sin\theta_1} = \frac{\sin\theta_2}{\sin\varphi_2}$$
(2) في وضع النهاية الصغرى للانحراف
$$n = \frac{\sin(\frac{\alpha_0 + A}{2})}{\sin(\frac{A}{2})}$$
ملحوظة : عند وضع منشور في سائل فإن :-
$$\frac{n_{\text{زجاج}}}{n_{\text{سائل}}} = \frac{\sin\varphi_1}{\sin\theta_1} = \frac{\sin\theta_2}{\sin\varphi_2}$$</td></tr>
<tr><td>إذا كانت هناك زاويتي سقوط لهما نفس زاوية الانحراف فإن زاوية السقوط التي تجعل المنشور في وضع النهاية الصغرى للانحراف</td><td>$$\varphi_o = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}$$</td></tr>
<tr><td>حساب معامل الانكسار في المنشور الرقيق</td><td>$$\alpha_0 = A(n-1)$$</td></tr>
<tr><td>الانفراج الزاوي بين الشعاعين الأزرق و الأحمر</td><td>$$(\alpha_0)_b - (\alpha_0)_r = A(n_b - n_r)$$</td></tr>
<tr><td>حساب قوة التفريق اللوني (ω)</td><td>$$\omega_\alpha = \frac{(\alpha_0)_b - (\alpha_0)_r}{(\alpha_0)_y} = \frac{n_b - n_r}{n_y - 1}$$</td></tr>
<tr><td>حساب الانحراف المتوسط ومعامل الانكسار المتوسط</td><td>$\alpha_0 = A(n_y - 1)$ للضوء الأصفر</td></tr>
</table>

	و: $n_y = \frac{n_b+n_r}{2}$ للضوء الأصفر

أهم المقارنات

1) مقارنة بين هدب التداخل و الحيود في الضوء

وجه المقارنة	التداخل	الحيود
اتساع الهدب	جميع الهدب لها نفس الاتساع (اتساعها ثابت)	اتساع الهدبة المركزية مختلف (ضعف اتساع أي هدبة أخرى)
شدة الهدب المضيئة	واحدة	الهدبة المضيئة المركزة أكثر شدة
منشأها	تنتج عن تراكب حركتين موجيتين مترابطتين ومتفقين في الاتجاه	ينتج عن تداخل أجزاء مختلفة من صدر موجة واحدة (موجات ثانوية صادرة من نقاط مختلفة في الفتحة)
عدد الهدب التي يمكن رؤيتها	عدد كبير [من 20 إلى 30 هدبة]	عدد صغير [من 4 إلى 6 هدب]

2) التداخل البناء والتداخل الهدام

وجه المقارنة	التداخل البنائي	التداخل الهدمي
شرط الحدوث أو فرق المسير	يحدث عندما يكون فرق المسير = $m\lambda$ أو أي عدد صحيح من الأطوال الموجية	يحدث عندما يكون فرق المسير= λ ($m + 1/2$) أو أي عدد فردي من أنصاف الأطوال الموجية
القوة أو الشدة	ينتج عنه هدبة ضوئية مضيئة	ينتج عنه هدبة ضوئية مظلمة

3) مقارنة بين المنشور العادي والمنشور الرقيق

وجه المقارنة	المنشور العادي	المنشور الرقيق
زاوية الرأس (A)	أكبر من 10°	أصغر من 10°

معامل الانكسار	$n=\frac{\sin\varphi_1}{\sin\theta_1}=\frac{\sin\theta_2}{\sin\varphi_2}$	$\alpha_0=A(n-1)$
زاوية الانحراف	$\alpha=\varphi_1+\theta_2-A$	$\alpha_0=A(n-1)$
وضع النهاية الصغرى للانحراف	يحدث عندما تكون $\varphi_1=\theta_2=\varphi_o$, $=\theta_1=\varphi_2=\theta_o$	المنشور الرقيق دائماً في وضع النهاية الصغرى للانحراف
أهم الاستخدامات	• كمنشور عاكس في الأجهزة البصرية • في التحليل الطيفي	عمل مجموعات ضوئية

ما هي العوامل التي يتوقف عليها كل من :

الخاصية	العوامـــــــــــــــــــــل
معامل الانكسار المطلق لمادة.	**نوع مادة المنشور ـ طول موجة الضوء (لونه).**
معامل الانكسار النسبى لمادتين.	**نوع كل من المادتين .**
مقدار الإزاحة الحادثة لشعاع ضوئى يسقط مائلًا على أحد أوجه متوازى مستطيلات.	**1 -زاوية سقوط الشعاع** **2 - سمك المتوازى** **3 - معامل انكسار مادته.**
المسافة بين هدبتين متتاليتين من نفس النوع فى تجربة الشق المزدوج ليونج.	**١ - طول موجة الضوء أحادى اللون المستخدم λ (طردى).** **٢ - البعد بين الشق المزدوج والحائل R (طردى).** **٣ - المسافة بين فتحتى الشق المزدوج d (عكسى).**
الزاوية الحرجة بين وسطين.	**1- معامل الانكسار لكل من الوسطين .** **2- نوع المادة . 3- طول موجة الضوء الساقط .**
زاوية انحراف الضوء فى المنشور الرقيق .	**1- زاوية رأس المنشور A : (تناسب طردي)** **2- معامل انكسار مادة المنشور n : (تناسب طردي)**
زاوية انحراف الضوء فى المنشور الثلاثي	**زاوية السقوط من الهواء إلى الزجاج φ_1**

التعليلات الهامة

1) يتألق الماس بشدة اكبر جدا عن الزجاج	**لأن معامل الانكسار المطلق للماس كبير (2.4) فتكون الزاوية الحرجة بينه وبين الهواء صغيرة 24° لذا فإن الأشعة التي تسقط عليه تعانى عدة انعكاسات كلية متتالية على الأسطح الداخلية له مما يسبب تألقه .** **بينما معامل الانكسار المطلق للزجاج 1.5 فتكون الزاوية الحرجة بينه وبين الهواء كبيرة 42^5 فلا يحدث داخله**

	انعكاسات كلية كثيرة فلا يتألق . ($\sin\Phi_c = \frac{1}{n}$)
2) من السهل رؤية صورتك المنعكسة على زجاج نافذة حجرة مضيئة ليلاً (عندما يكون خارج الحجرة ظلام)، بينما يصعب ذلك نهارا عندما يكون خارج الحجرة مضاءً	عندما يسقط الضوء على زجاج النافذة فإن جزء منه ينعكس وجزء آخر ينكسر وعندما يكون خارج الحجرة ظلام فإن شدة الضوء الذي ينفذ من الخارج إلى الداخل تكون صغيرة جدا أو منعدمة تقريبا ولذا يرى الشخص صورته بفعل الجزء القليل المنعكس على الزجاج. أما عندما يكون خارج الحجرة مضيئا فإن ما ينفذ من الضوء خلال الزجاج يكون اكبر من الجزء المنعكس فيصعب رؤية الصورة .
3) معامل الانكسار المطلق لأي وسط أكبر دائما من الواحد الصحيح	- لأن معامل الانكسار المطلق لوسط هو النسبة بين سرعة الضوء في الهواء أو الفراغ إلى سرعته في هذا الوسط وسرعة الضوء في الهواء أو الفراغ أكبر من سرعة الضوء في أي وسط أخر n=c/v
4) معامل الانكسار النسبي بين وسطين يمكن أن يكون اقل من الواحد الصحيح	- إذا كان معامل الانكسار المطلق للوسط الثاني أقل من معامل الانكسار المطلق للوسط الأول فإن معامل الانكسار النسبي من الوسط الأول للثاني يكون أقل من الواحد الصحيح ويحدث ذلك عند انتقال الشعاع الضوئي من وسط اكبر كثافة إلى وسط أقل كثافة ضوئية
5) في تجربة ينج يستخدم شقين ضيقين وبينهما مسافة صغيرة	- لكي يعمل الشقان كمصادر ضوئية مترابطة فيكون لموجاتها نفس التردد والسعة حيث يقع الشقين على صدر موجة واحدة
6) حدوث هدب مضيئة ومظلمة في تجربة الشق المزدوج	- بسبب تراكب حركتين موجيتين متساويتين في التردد والسعة فإذا حدث تداخل بناء تكونت الهدب المضيئة وإذا حدث التداخل الهدمي تظهر مناطق مظلمة
7) تكون الهدبة المركزية في تجربة ينج هدبة مضيئة	- لأنها تنتج من تداخل بناء وفرق المسير بين الموجتين = صفر
8) كلما قلت المسافة بين الشقين في تجربة الشق المزدوج زاد وضوح هدب التداخل	- لأن المسافة بين هدبتين متتاليتين مضيئتين أو مظلمتين y تتناسب عكسيا مع المسافة بين الشقين d
9) يحلل المنشور الثلاثي الضوء الأبيض إلى ألوانه السبعة المكونة له	- لأن الضوء الأبيض مركب من عدة ألوان وكل لون له زاوية انحراف تختلف عن زوايا انحراف باقي الألوان حيث تتوقف على معامل انكسار كل لون تبعا لتردد اللون أو الطول الموجي له
01) زاوية انحراف اللون البنفسجي اكبر من زاوية انحراف اللون الأحمر	- لأن الانحراف في المنشور يعتمد على معامل الانكسار وزاوية الرأس ومعامل انكسار اللون البنفسجي أكبر لأن طوله الموجي أقل من الأحمر

11) تستخدم الليفة الضوئية في نقل الضوء	- لأنها مصممة بحيث عندما يدخل الضوء من أحد طرفي الليفة تكون زاوية السقوط على أي جزء من الجدار أكبر من الزاوية الحرجة فينعكس كليا من جدار لأخر حتى يخرج من الطرف الأخر
21) يفضل المنشور العاكس عن السطح المعدني العاكس أو المرأة المستوية	- لأن المنشور العاكس لا يسبب فقد جزء من الضوء الساقط عليه لأنه يحدث انعكاساً كليا للأشعة بينما المرأة تمتص جزء من الضوء كما أن المنشور العاكس لا يتلف بكثرة الاستخدام
31) يغطى أوجه المنشور العاكس التي يدخل ويخرج منها الضوء بغشاء من الكريوليت	- لأن الكريوليت معامل انكساره أقل من معامل انكسار الزجاج وبذلك يتجنب فقد جزء أو نسبة من شدة الضوء عند دخوله أو خروجه من المنشور وذلك نتيجة تداخل الأشعة المنعكسة عند سطحي هذا الغشاء تداخلا هداما
41) عند وضع مصدر ضوئي لونه احمر عند مركز مكعب زجاجي فان الضوء الذي ينفذ من المكعب يكون على شكل مربع	لان الطول الموجي للون الأحمر كبير فيكون معامل انكساره صغير وبالتالي تكون الزاوية الحرجة له كبيرة وبالتالي تسقط الأشعة الضوئية بزاوية اقل من الزاوية الحرجة وتستطيع أن تصل إلى الأحرف وتخرج على شكل وجه المكعب وهو مربع
51) عند وضع مصدر ضوئي لونها أزرق عند مركز مكعب زجاجي فان الضوء الذي ينفذ من المكعب يكون على شكل بقعة دائرية	لان الطول الموجي للون الأزرق صغير فيكون معامل انكساره كبير وبالتالي تكون الزاوية الحرجة له صغيرة وبالتالي تسقط الأشعة الضوئية بزاوية أكبر من الزاوية الحرجة فيحدث لها انعكاس كلى ولا تستطيع أن تصل إلى الأحرف وتخرج على شكل بقعة مضيئة

مسائل محلولة

(1)وضعت قطعة من الماس في قاع حوض به ماء على عمق 1m احسب أصغر قطر لقرص الفلين يطفو على سطح الماء فوق قطعة الماس بحيث يكفي لحجب الضوء النافذ من سطح الماء والمنبعث من قطعة الماس .

الحل

يلاحظ من الرسم أن الشعاع لا ينفذ خارج الماء عند سقوطه بزاوية تساوي الزاوية الحرجة

r r 1m φc 1m

$$\because \sin\varphi_c = \frac{1}{n} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\therefore \varphi_c = 45^\circ$$

$$\because \tan 45 = \frac{r}{1} \therefore r = 1m$$

ماس r

∴ القطر = 2m

---

(2)إذا كانت الزاوية الحرجة بين البنزين والهواء 41.8° وبين الزجاج والهواء 37.3° فأوجد :-
(أ) معامل الانكسار المطلق للبنزين (n1)(ب) معامل الانكسار النسبي بين البنزين والهواء (2n1)
(جـ) الزاوية الحرجة بين الزجاج والبنزين ($\varphi_{c\,2\to1}$)

(أ)

$$\because \sin\varphi_c = \frac{1}{n_1} \therefore n_1 = \frac{1}{\sin\varphi_c} = \frac{1}{\sin 41.8} = 1.5$$

$$\because \sin\varphi_{c2} = \frac{1}{n_2} \therefore n_2 = \frac{1}{\sin\varphi_{c2}} = \frac{1}{\sin 37.3} = 1.65$$

(ب)

$$_2n_1 = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1.5}{1.65} = 0.91$$

(جـ)

$$\because \sin\varphi_{c\,2\to1} = {}_2n_1 = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1.5}{1.65} = 0.91$$

$$\therefore \varphi_{c\,2\to1} = 65.38^\circ$$

(3)إذا كانت المسافة بين الفتحتين في تجربة ينج 0.026 سم تكونت هدب التداخل على ستار يبعد 100سم من الفتحتين . أوجد المسافة بين هدبتين متتاليتين على الستار علماً بأن الطول الموجي للضوء المستخدم 7800 أنجستروم .

الحل

$d = 0.026cm = 26 \times 10^{-5}$ m , $\lambda = 7800A^\circ = 7800 \times 10^{-10}$ m , R = 100cm = 1m

$$\Delta y = \frac{\lambda R}{d} = \frac{7800\times10^{-10}\times1}{26\times10^{-5}} = 3\times10^{-3}m = 3mm$$

---

(4)منشور ثلاثي زاوية رأسه 60° ومعامل انكسار مادته 1.6 وقاعدته على شكل مثلث متساوي الأضلاع وضع في حوض من الزجاج السميك من نفس مادة المنشور ومملوء بسائل معامل انكساره 1.3 . سقط شعاع ضوئي عمودي على زجاج الحوض وموازياً لأحد أضلاع قاعدة المنشور أوجد:-
(1) زاوية سقوط الشعاع الضوئي على وجه المنشور .
(2) زاوية خروج الشعاع الضوئي من المنشور .
(3) زاوية الانحراف داخل المنشور .

الحل

$n_1=1.3$

$\varphi_1=30°$ (1)

$\sin30\times 1.3=\sin\theta_1\times 1.6$ (2)

$\therefore \theta_1 = 24°$

$A=\theta_1+\varphi_2 \quad \therefore \varphi_2 = 60-24 = 36°$

$\sin36\times 1.6=\sin\theta_2\times 1.3$

$\therefore \theta_1 = 46.33°$

$\alpha=\theta_1+\varphi_2-A$ (3)

$\alpha = 30+46.33-60$

$= 16.33°$

---

(5) منشور ثلاثي زاوية رأسه °60 ومعامل انكسار مادته 1.533 أوجد زاوية النهاية الصغرى للانحراف .

الحل

$$\because n=\frac{\sin(\frac{\alpha+A}{2})}{\sin(\frac{A}{2})} \quad \therefore 1.533=\frac{\sin(\frac{\alpha+60}{2})}{\sin(30)}$$

$$\therefore \sin(\frac{\alpha+60}{2})=1.533\times0.5=0.7665$$

$$\frac{\alpha+60}{2}=50 \therefore \alpha=100-60=40°$$

(6)منشور رقيق زاوية رأسه °8 معامل انكسار مادته للون الأحمر 1.52 وللون الأزرق 1.54

احسب :-

(أ) زاوية انحراف كل لون **(ب) الانفراج الزاوي بين اللونين .**

(جـ) قوة التفريق اللوني للمنشور .

الحل

(أ) $(\alpha_o)_b = A(n_b-1) = 8\times(1.54-1) = 4.32°$

$(\alpha_o)_r = A(n_r-1) = 8\times(1.52-1) = 4.16°$

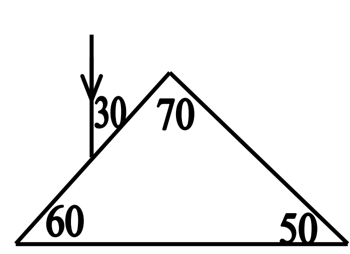
(ب) $(\alpha_o)_b - (\alpha_o)_r = 4.32° - 4.16° = 0.16°$

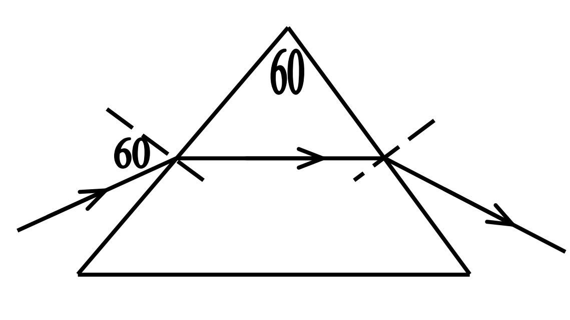
(جـ) $$n_y=\frac{n_b+n_r}{2}=\frac{1.54+1.52}{2}=1.53$$

$$\omega_\alpha=\frac{n_b-n_r}{n_y-1}=\frac{1.54-1.52}{1.53-1}=0.0377$$

---

(7) سقط شعاع ضوئي على أحد وجهي منشور ثلاثي معامل انكسار مادته 1.5 كما بالشكل المقابل .تتبع بالرسم مسار الشعاع ثم احسب :- 1- زاوية خروج الشعاع . 2- زاوية الانكسار .





$$n = \frac{\sin\varphi_1}{\sin\theta_1} ,$$

$$\sin\theta_1 = \frac{\sin 60}{1.5} = 0.577735$$

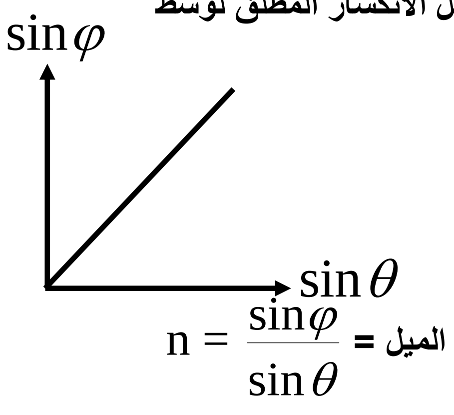
$$\therefore \theta_1 = 35.26° \rightarrow (1$$

$$A = \theta_1 + \varphi_2 \quad \therefore\ 60 = 35.26 + \varphi_2 \quad \therefore \varphi_2 = 24.73$$

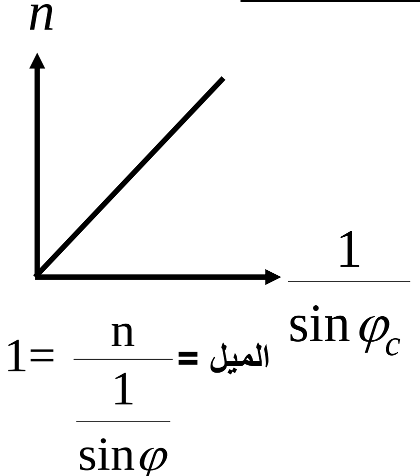
$$1.5 = \frac{\sin\theta_2}{\sin 24.73} \quad \therefore \theta_2 = 38.87° \rightarrow (2$$

العلاقات البيانية : اكتب مايساويه الميل: -

1) معامل الانكسار المطلق لوسط



الميل = $n = \frac{\sin\varphi}{\sin\theta}$



الميل = $\frac{n}{\frac{1}{\sin\varphi}} = 1$

---

2) تجربة الشق المزدوج

Δy

Δy

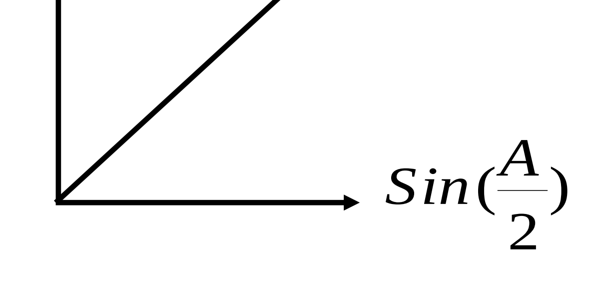
الميل = $\frac{\Delta y}{\frac{1}{d}} = \Delta y\, d = \lambda R$

الميل = $\frac{\Delta y}{R} = \frac{\lambda}{d}$

---

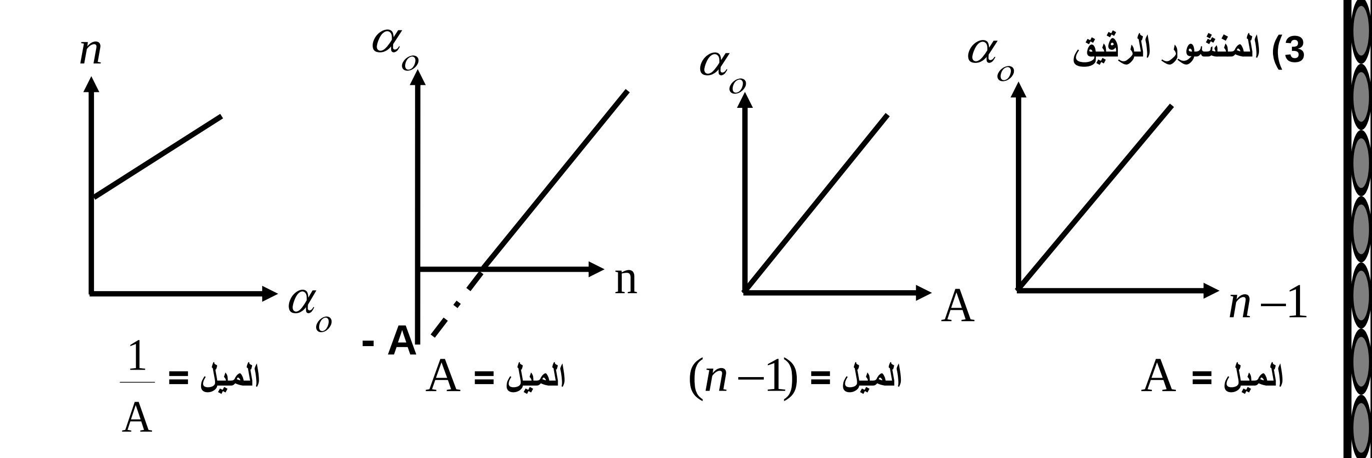
3) المنشور الثلاثي :-

$Sin(\frac{\alpha_o + A}{2})$



الميل = $n = \frac{Sin(\frac{\alpha_o + A}{2})}{Sin(\frac{A}{2})}$

3) المنشور الرقيق



الميل = A

الميل = $(n-1)$

الميل = A

الميل = $\frac{1}{A}$

مسائل

1) سقط شعاع ضوئى على سطح لوح زجاجى فانعكس جزء منه وانكسر جزء آخر . ووجد أن الزوايه بين الشعاعين المنعكس و المنكسر متعامدين فاذا كانت زاوية السقوط = 60° أوجد معامل انكسار الزجاج.

---

2) سقط شعاع من الضوء ذى لون واحد على احدى وجهى منشور ثلاثى بزاوية سقوط = 60° فإذا علم ان الشعاع المنكسر ينعكس على الوجه الثانى للمنشور المفضض بحيث ينطبق على مساره تماما ، فأوجد معامل انكسار مادة المنشور إذا علم أن زاوية رأسه = 30°

---

3) سقط شعاع ضوئى على أحد وجهى متوازى مستطيلات فخرج من الوجه المقابل ، وكانت زاوية خروجه 45^o ، احسب كلا من زاوية الانكسار وزاوية السقوط إذا علمت أن معامل انكسار مادة الزجاج = $\sqrt{2}$

($45^o - 30^o$)

---

4) وسطان مختلفان فى الكثافة الضوئية سقط شعاع فى الوسط الأول على السطح الفاصل بزاوية سقوط 60^o فانكسر فى الوسط الثانى ، وكانت زاوية انكساره 45^o ، احسب معامل الانكسار النسبى من الوسط الأول إلى الثانى وأيضًا معامل الانكسار من الوسط الثانى للأول .

(1.2247 – 0.816)

5) متوازى مستطيلات من الزجاج معامل انكساره المطلق $\sqrt{3}$ وضع فوق مرآة مستوية ، ثم أسقط شعاع ضوئى يميل على السطح العلوى للمتوازى بمقدار 30^o فنفذ الشعاع منكسرًا داخل المتوازى ليحدث له انعكاس على سطح المرآة ويعود ثانية إلى الهواء ، وضح برسم مسار الشعاع الضوئى ، وإذا علمت أن البعد بين نقطتى السقوط والخروج فى المتوازى = 4 cm ، فما قيمة سُمك المتوازى ؟

($\sqrt{12}$ cm)

---

6) سقط ضوء أحادى اللون على الشق المزدوج فى تجربة يونج ، وكانت المسافة بين هدبتين مضيئتين متتاليتين 0.27 mm ، وكان الحائل يبعد عن الشق المزدوج مسافة 90cm ، وكانت المسافة بين منتصفى فتحتى الشق المزدوج 0.002 m ، احسب الطول الموجى للضوء المستخدم بالإنجستروم والنانومتر وأيضًا تردد هذا الضوء علمًا بأن سرعة الضوء فى الهواء

---

7) مصباح ضوئى مغمور فى سائل معامل انكساره المطلق 1.39 سقطت منه على سطح السائل أربعة أشعة سقط الأول منها عموديًا ، وسقط الثانى بزاوية 30^o والثالث بزاوية 46^o والرابع بزاوية 60^o على الترتيب ، وضح حسابيًا ما يحدث لكل شعاع .

(الأول ينفذ على استقامته - الثانى ينفذ بزاوية 44^o 02 - الثالث ينفذ مماسًا للسطح الفاصل - الرابع ينعكس انعكاسًا كليًا)

---

8) غواص يغوص تحت سطح الماء على عمق 15 m من سطح الماء ، احسب نصف قطر القرص المضيء من سطح الماء والذى يراه على هذا العمق علمًا بأن معامل انكسار الماء = $\frac{4}{3}$

(17 m)

9) حوض سباحة عمقه 6 m فى جزء منه وضع مصباح كهربى يضيء قاع الحوض ارتفاعه 9 m عن سطح الحوض وبحيث يبعد عن حافة قاع الحوض بمسافة 12m ، فإذا علمت أن قاع الحوض مكون من بلاط مربع الشكل طول ضلع كل بلاطة 15 cm ، أوجد عدد البلاط الذى يصله ضوء المصباح ، علمًا بأن معامل انكسار الماء $\frac{4}{3}$

(30 بلاطة)

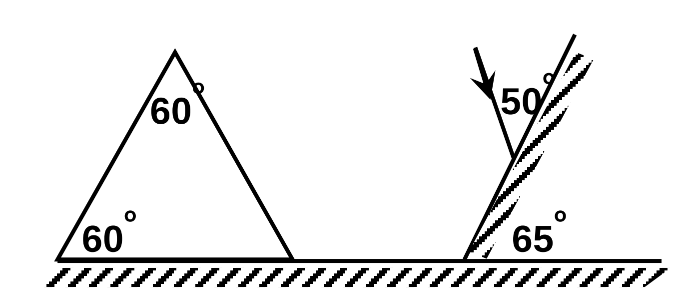
---

10) منشور ثلاثي أجوف متساوى الأضلاع ملئ بسائل معين فلوحظ عند سقوط شعاع ضوئى على أحد أوجهه أن زاوية الخروج = زاوية السقوط = 45^o ، أوجد زاوية انحراف الشعاع الضوئي ، وقيمة معامل انكسار السائل .

(30^o – $\sqrt{2}$)

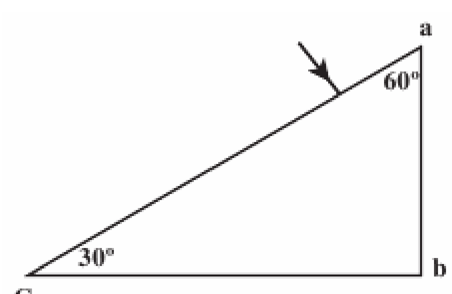
---

11) تتبع مسار الشعاع في الشكل المقابل , وإذا كان معامل انكسار مادته = $\sqrt{2}$ فماهي زاوية خروجه من المنشور .



---

12) سقط شعاع ضوئى عموديًّا على وجه منشور ثلاثى معامل انكسار مادته 1.5 ، كما هو موضح بالشكل . تتبع مسار الشعاع الضوئى داخل المنشور فى كراسة إجابتك ، ثم أوجد زاوية خروجه من المنشور .



(ينعكس انعكاسًا كليًّا وتكون زاوية الخروج = 48°.6)

---

13) بفرض أن معامل انكسار الضوء فى منشور رقيق لكل من اللونين الأحمر والأزرق هما 1.48 ، 1.56 على الترتيب ، بينما معامل الانكسار لنفس الضوءين للمنشور الثانى 1.62 ، 1.69 على الترتيب ، احسب قوة التفريق اللونى لكل من المنشورين .   (0.1538)

14) يوضح الجدول التالى العلاقة بين جيب زاوية السقوط فى الهواء (Sin ϕ) وجيب زاوية الانكسار فى الزجاج (Sin θ) للأشعة الضوئية .

Sin ϕ	0	0.15	0.3	a	0.6	0.75	0.9
Sin θ	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	b

ارسم علاقة بيانية بين (Sin ϕ) على محور الصادات (y) ، (Sin θ) على محور السينات (x) ، ومن الرسم . أوجد قيم كل من :   ١ – b , a   ٢ – معامل انكسار الزجاج .

(0.45 – 0.6 – 1.5)

---

15) الجدول التالى يوضح العلاقة بين زوايا انكسار شعاع ضوئى سقط على أحد وجهى منشور ثلاثى (θ_1) وزوايا السقوط الثانية لهذا الشعاع على الوجه الآخر للمنشور (ϕ_2) .

θ_1	0	15	20	a	35	40	55
ϕ_2	b	45	40	30	25	20	5

---

16) الرسم البيانى المقابل يوضح العلاقة بين زوايا سقوط شعاع ضوئى (ϕ_1) على أحد وجهى منشور ثلاثى وزوايا الانحراف (α_0) لهذا الشعاع . من القيم الموضحة بالرسم . احسب :

١ – زاوية خروج الشعاع . ٢ – زاوية رأس المنشور .

٣ – معامل انكسار مادة المنشور .

α_0 زاوية الانحراف

37^o

زاوية سقوط (ϕ_1)

$48^o.5$

ϕ

$(48^o.5 – 60^o)$

الفصل الثالث

خواص المـــوائع الساكنة

أهم المفاهيم

المائع	كل مادة قابلة للانسياب و لا تتخذ شكلا محددا مثل السوائل والغازات
الكثافة (ρ)	هي كتلة وحدة الحجوم من المادة ⇐ وحدة القياس : كجم /م^3 (kg/m^3)
الكثافة النسبية للمادة	هي النسبة بين كثافة المادة إلى كثافة الماء في نفس درجة الحرارة
الضغط عند نقطة (P)	هو القوة المتوسطة المؤثرة عمودياً على وحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة
الضغط عند نقطة في باطن سائل	وزن عمود السائل الذي قاعدته وحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة وارتفاعه البعد الرأسي بين تلك النقطة وسطح الماء
الضغط الجوي (P_a)	وزن عمود من الهواء الجوى مساحة مقطعة الوحدة وارتفاعه من سطح البحر حتى قمة الغلاف الجوى . ويكافئ الضغط الناشئ عن عمود من الزئبق مساحة مقطعة الوحدة وارتفاعه 76 سم
المانومتر	أنبوبة ذات شعبتين على شكل حرف U تحتوي على كمية مناسبة من سائل كثافته معروفة , تتصل إحدى شعبتيها بمستودع الغاز المراد قياس ضغطه .
الضغط الانقباضي	هو اقصى ضغط للدم في الشريان عند انقباض عضلة القلب ويساوى 120تور
الضغط الانبساطي	هو اقل ضغط للدم في الشريان عند انقباض عضلة القلب ويساوى 80 تور
قاعة (مبدأ) باسكال	اذا أثر ضغط على سائل محبوس في إناء فإن الضغط ينتقل بتمامه إلى جميع أجزاء السائل والى جدران الإناء الحاوي له .
الفائدة الآلية لمكبس هيدروليكي (η)	هي النسبة بين القوة المؤثرة على المكبس الكبير إلى القوة المؤثرة على المكبس الصغير

ما معنى ما يأتي

كثافة الألمونيوم = 2700 كجم /م3	أن كتلة وحدة الحجوم من الألمونيوم= 2700 kg
الكثافة النسبية للزئبق = 13.6	ان النسبة بين كثافة الزئبق الى كثافة الماء فى نفس درجة الحرارة = 13.6
الضغط عند نقطة = $80\ N/m^2$	ان القوة المتوسطة المؤثرة عمودياً على وحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة تساوى 80 N
ضغط السائل عند نقطة في باطنه = $1.3 \times 10^5\ N/m^2$	وزن عمود السائل الذي قاعدته وحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة وارتفاعه البعد الرأسي بين تلك النقطة وسطح الماء 1.3×10^5 ***نيوتن***
الضغط الجوي = 1.013×10^5 ***باسكال***	وزن عمود من الهواء الجوى قاعدته وحدة المساحات وارتفاعه من سطح البحر حتى قمة الغلاف الجوى = 1.013×10^5 ***نيوتن***.
فرق الضغط في إطار سيارة = 4 atm	ضغط الهواء داخل الإطار = 5 atm
ضغط الدم للإنسان العادي = $\frac{120}{80}$	الضغط الانقباضى = 120 تور و الضغط الانبساطى لهذا الشخص = 80 تور

الفائدة الآلية لمكبس هيدروليكي متزن **= 500**	**النسبة بين القوة المؤثرة على المكبس الكبير إلى القوة المؤثرة على المكبس الصغير =500**

التعليلات الهامة

1) الكثافة صفة مميزة للمادة
❋ لأنها تعتمد على كتلة وحدة الحجوم ، ولا يوجد مادتان لهما نفس الكثافة.

2) الكثافة تعتمد على درجة الحرارة
❋ لأن درجة الحرارة تغير من حجم الجسم والكثافة تعتمد على الحجم.

3) الكثافة النسبية ليس لها وحدات **❋ لأنها نسبة بين كميتين متماثلتين.**

4) لا يشعر الإنسان بالضغط الجوى.
❋يتلاشى الإحساس بالضغط الخارجى لحدوث اتزان بين ضغط السوائل والغازات الموجودة داخل جسم الإنسان مع الضغط الجوى.

5) ضغط شخص وهو متحرك على سطح ما يكون أكبر من ضغطه وهو ثابت
❋ لأن الإنسان وهو متحرك يشغل مساحة أقل والضغط يتناسب عكسياً مع المساحة.

6) تترك الأغنام أثرًا على الرمال بينما يقل هذا الأثر فى حالة الجمال.
❋لأن القوة «الوزن» عندما تؤثر على مساحة أكبر يقل الضغط فيقل التأثير وعندما تؤثر على مساحة صغيرة يزداد الضغط ويظهر التأثير.

7) ينصح الغواص بعدم الخروج فجأة من الماء بعد رحلة غوص.
❋ حتى لا يتعرض الغواص لاختلاف الضغط، حيث داخل الماء يتعرض لضغط كبير وعند الخروج فجأة يقل الضغط فجأة، مما يؤدى إلى انفجار للشعيرات الدموية أو الشرايين وحدوث نزيف للدم.

8) يزداد العمر الافتراضى لإطار السيارة عندما يكون ضغط الهواء داخله مناسبًا.
❋ عندما يمتلئ إطار السيارة بالهواء تحت ضغط مناسب يجعل مساحة التماس بين إطار السيارة والطريق أقل ما يمكن لذلك يقل الاحتكاك فيؤدى إلى عدم سخونة الإطار، فيؤدى ذلك إلى زيادة العمر الافتراضى للإطار.

9) تكون جدران السدود التى تحبس المياه سميكة عند القاعدة
❋ لأن ضغط الماء يزيد بزيادة العمق فيكون الضغط الواقع على قاعدة السد كبير.

10) استخدام الزئبق بدلاً من الماء فى بارومتر تورشيللى
❋ لأن كثافة الزئبق عالية ، وضغط بخاره = صفر.

11) فى بعض الأحيان يفضل استخدام الماء بدلاً من الزئبق فى المانومتر
❋ وذلك عند قياس فروق ضغوط صغيرة حتى يكون ارتفاع الماء ملحوظ.

12) النقط الواقعة فى مستوى أفقى واحد فى سائل متجانس تكون متساوية فى الضغط
❋ لأن جميع هذه النقط على عمق واحد من سطح السائل (h) متساوية وكثافة السائل المتجانس متساوية وبالتالى يكون الضغط متساو عند جميع النقط التى تقع فى مستوى أفقى واحد

13) لا يتوقف ارتفاع الزئبق داخل الأنبوبة على مساحة مقطعها
❋ لأن الضغط يكون عمودى على وحدة المساحات وليس أفقى.

14) إذا ارتفعت حرارة الجو لا يقل ارتفاع الزئبق داخل البارومتر
❋ لأن ارتفاع درجة حرارة الجو لا يؤثر فى الضغط الجوى .

15) أنبوبة بارومترية مملوءة بالزئبق وطولها متر نكست فى حوض به زئبق ولم ظهر فراغ تورشيللى ✹ **تكون فى هذه الحالة مائلة بشرط أن لا يتجاوز ارتفاعها الرئيسى 76 سم.**

16) فى المانومتر قد تكون h سالبة وقد تكون موجبة

✹ تكون h سالبة عندما يكون ارتفاع الزئبق فى الفرع القصير أكبر من ارتفاعه فى الفرع الطويل يحدث ذلك عندما يكون ضغط الغاز أقل من الضغط الجوى وتكون موجبة عندما يكون ضغط الغاز أكبر من الضغط الجوى .

17) لا يمكن تطبيق قاعدة باسكال على الغازات ولكنها تطبق على السوائل

✹ لأن الغازات قابلة للإنضغاط والسوائل غير قابلة للإنضغاط .

18) يمكن لرجل متوسط القوة رفع كتلة كبيرة باستخدام المكبس الهيدروليكى

✹ لأن المكبس الهيدروليكى يضاعف القوة.

19) زيادة الضغط على مكبس فى إناء مملوء تمامًا بالسائل لا يؤدى إلى تحريك المكبس.

✹لأن السوائل غير قابلة للانضغاط وبالتالى أى زيادة فى الضغط على السائل تجعل الجزيئات تدفع بعضها البعض بقوة فينتقل الضغط إلى جميع أجزاء السائل دون أن يتحرك المكبس.

20) من شروط كفاءة المكبس عدم وجود فقاعات هوائية فى السائل المستخدم.

✹ لأن خلو السائل من الفقاعات الهوائية يؤدى إلى انتقال الضغط كاملاً إلى السائل وجدران الإناء الحاوى له.

✹أما فى فى حالة وجود فقاعات هوائية يحدث نقص فى كفاءة التشغيل ، حيث يستهلك جزء من الضغط المؤثر فى تقليل حجم الغاز فى الفقاعات، لأن الغازات قابلة للانضغاط.

21) لا تصل كفاءة المكبس إلى ١٠٠% ✹ يرجع ذلك لعدة احتمالات، وهى:

(أ) وجود فقاعات غازية فى السائل المستخدم. (ب) المكبس غير ممتلئ تمامًا بالسائل.

(جـ) وجود قوى احتكاك كبيرة بين المكبس وجدار الإناء.

العوامل التى يتوقف عليها كل من

■ العوامل التى تتوقف عليها الكثافة :

❶ نوع المادة. ❷ درجة حرارتها .

■ العوامل التى يتوقف الضغط:

❶ القوة المؤثرة $P \propto F$ **❷ المساحة المتأثرة** $P \propto \frac{1}{A}$

■ العوامل التى يتوقف عليها الضغط عند نقطة فى باطن سائل :

❶كثافة السائل ρ **❷وارتفاعه h ❸ عجلة الجاذبية g تختلف باختلاف المكان**

■ العوامل التى يتوقف عليها الضغط الجوى:

❶ سمك الطبقة الهوائية. ❷ عجلة الجاذبية الأرضية. ❸موقع المكان على خط العرض.

العلاقات البيانية

m (Kg)

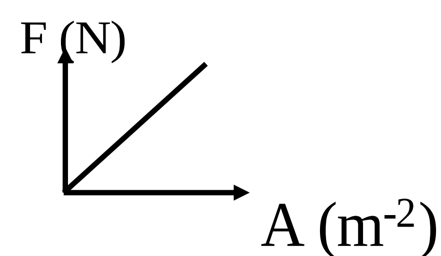
V_{ol} (m^3)

1) الكثافة

الميل = $\rho = \frac{m}{V_{ol}}$

---

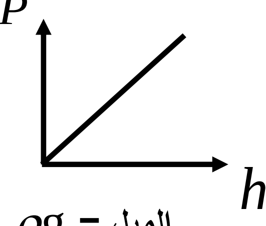
2) الضغط عند نقطة



الميل = $P = \frac{F}{A}$

---

3) الضغط عند نقطة في باطن سائل



الميل = ρg (السائل غير معرض للجو)

P

P_a

h

الميل = ρg (السائل معرض للهواء الجوي)

4) المكبس الهيدروليكي :-

F

f

الميل = $\eta = \frac{F}{f} = \frac{A}{a} = \frac{R^2}{r^2} = \frac{y_1}{y_2}$

القوانين وأفكار حل المسائل

الكثافة والضغط

1- فى حالة خلط مادتين أو أكثر ولم يحدث بينهما تفاعل { لا يحدث تغير فى الحجوم } فإن

$M_{خليط} = m_1 + m_2$ $\qquad$ $V_{خليط} = v_1 + v_2$

2- فى حالة خلط أو مزج ويحدث بينهما تفاعل { يحدث تغير فى الحجوم } فإن

$$\therefore \rho_{خليط} V_{خليط} = \rho_1 V_1 + \rho_2 V_2 \quad V_{خليط} = v_1 + v_2$$

$$M = m_1 + m_2$$

3-القوة المؤثرة على سطح ما مساحته A ويؤثر عليه ضغط P تساوى F = PA

4- إذا كان لدينا جسم فى باطن سائل (غواصة مثلاً) فإن الضغط عليها $P = P_a + \rho g h$

ولكن لا نكتب P_a فى الحالات الآتية :- (أ) إذا ذكر فى المسألة (حفظ الضغط داخلها عند P_a)

(ب) إذا ذكر فى المسألة (أقصى ضغط تتحمله الغواصة)

5- إذا كان لدينا أنبوبة ذات شعبتين منتظمة المقطع وبها سائل فعند انخفاض السائل فى أحد فرعيها بمقدار h فإنه يرتفع فى الآخر بمقدار 2h .

6- إذا كانت الأنبوبة غير منتظمة المقطع ينتقل نفس الحجم من الفرع إلى الفرع الآخر وبمعلومية النسبة بين مساحتى مقطع الأنبوبة يمكن تعيين ارتفاع السائل فى الفرع الأخر.

7- يمكن استخدام البارومتر الزئبقى فى تعيين طول جبل أو مبنى كالآتى:-

$$\rho_{زئبق (بارومتر)}\, g (h_1 - h_2) = \rho_{هواء}\, g\, h_{(مبنى)}$$

حيث h_1 القراءة أسفل المبنى ، h_2 القراءة أعلى المبنى ، h ارتفاع المبنى

8- إذا قال شفط شخص بمانومتر والمطلوب حساب الضغط فى الرئة وكذلك احسب الضغط عند سطح البحر:-

$$P = P_a - \rho g h$$

9- إذا قال نفخ شخص فى مانومتر والمطلوب حساب ضغط الرئتين وكذلك احسب الضغط أسفل سطح البحر:-

$$P = P_a + \rho g h$$

10- إذا كان المانومتر مائى فلا يصح اعتبار h للماء كقيمة للضغط بل يجب أن يحول فرق ارتفاع الماء إلى ما يناظره زئبق كالآتى: $h_{ماء}\, \rho_{ماء} = h_{زئبق}\, \rho_{زئبق}$

أمثلة على الكثافة والضغط

*** مثال:- احسب قطر كرة من الحديد كتلتها 33.4096 جرام وكثافة مادتها 7980 كجم/ م³**

الحل: حجم الكرة (القطرة أو الفقاعة أو الوعاء الكرى) =

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3$$

$$V = \frac{4}{3} \times \frac{22}{7} \times r^3 \quad \therefore V = \frac{m}{\rho} = \frac{33.4096 \times 10^{-3}}{7980}$$

$$\therefore r = \sqrt[3]{\frac{21 \times 33.4096 \times 10^{-3}}{88 \times 7980}} = 9.996968 \times 10^{-3} m$$

$$\therefore r = 0.01m = 1cm \Leftrightarrow 2r = 2cm$$

قطر كرة الحديد = 2 سم

مثال: خليط مكون من سائلين نسبة أحدهم فيه 30% وكثافته النسبية 0.6 والآخر كثافته النسبية 0.8 ، أوجد كثافة الخليط ؟

الحل: $M=m_1+m_2$ كتلة الخليط $\rho V=\rho_1 V_1+\rho_2 V_2$

$$\rho\times\frac{100}{100}=0.6\times10^{3}\times\frac{30}{100}+0.8\times10^{3}\times\frac{70}{100}\therefore\rho_{max}=740\ \mapsto kg..m^{-3}$$

*** مثال: مكعب طول ضلعه 10 سم ومتوازي مستطيلات أبعاده 30, 20 , 10سم من نفس المادة – فأوجد مساحة وجه المتوازي الذي يوضع عليه ليحث نفس الضغط الذي يحدثه المكعب**

*** الحل: الضغط للمكعب(P) = الضغط للمتوازي (P)**

$$\frac{F}{A}=\frac{F}{A}\quad\therefore\frac{mg}{A}=\frac{mg}{A}\quad\therefore\frac{\rho gV}{A}=\frac{\rho gV}{A}$$

$$\therefore\frac{10\times20\times30}{A}=\frac{1000}{100}\quad\therefore A=600\ cm^{2}$$

*** مثال: سيارة كتلتها 1.2 طن والضغط الواقع على كل عجلة من عجلاتها الأربعة 1.5×10^{5} نيوتن / م^2 وبفرض أن الضغط متساوي على العجلات فأوجد المساحة من كل إطار التي تمس سطح الأرض (g=10 م/ث^2)**

***الحل:** $mg=1200\times10=12\times10^{3}$ نيوتن = وزن السيارة

الوزن الذي تحمله كل عجلة

$$W=\frac{12\times10^{3}}{4}=3\times10^{3}\quad\therefore A=\frac{F}{P}=\frac{3000}{1.5\times10^{5}}=0.02\ m^{2}=2\ cm^{2}$$

المساحة السطحية = 2 سم^2

مثال: طبقة من الماء سمكها 55 سم تستقر فوق طبقة من الزئبق سمكها30 سم ما الفرق في الضغط عند نقطتين إحداهماعند السطح الفاصل بين الماء والزئبق والأخرى عند قاع طبقةالزئبق(ρالماء=1000 كجم/م^3، ρ الزئبق=13600 كجم/م^3، g=10م/ ث^2)

الحل: فرق الضغط بين أ، ب = الماء عند(أ) $P_B - P_A$ الزئبق عند(ب)

55 سم ماء أ
زئبق30 سم ب

ρ g h زئبق= ΔP = (ρ g h زئبق+ ρ g h ماء) – ρ g h ماء

وزن عمود الزئبق لوحدة المساحات = $30\times10^{-2}\times10\times13600$

فرق الضغط بين أ ، ب = 408×10^{2} نيوتن / م^2

مـــثال: **غواصة حفظ الضغط داخلها عند الضغط الجوي أوجد القوة المؤثرة على قمرة الغواصة إذا كان قطرها42 سم ومركزها على عمق 80 متر من سطح البحر علما بأن كثافة ماء البحر =1030 كجم / م^3**

الحــــل: **الضغط داخل الغواصةP يعادل الضغط الجويPa على سطح البحر**

$$P = Pa + \rho.g.h - Pa \therefore P = \rho.g.h \therefore P = 1030 \times 80 \times 9.8 = 8 \times 10^5 \ N/m^2$$

والمساحة (A) $A = \pi.r^2 = \frac{22}{7} \times 0.21 \times 0.21 = 0.1386 \ m^2$

$$F = P \ . \ A = 0.1386 \times 8 \times 10^5 = 1.1088 \times 10^5 \ N$$

مثـــال :

أنبوبة ذات فرعين ملئت لنصفها ماء، ثم صب زيت بأحد فرعيها فارتفع الماء بالفرع الأخرعن موضعه الأصلي8 سم أحسب ارتفاع الزيت إذا كانت كثافة الزيت880 كجم/ م^3

الحـــــل: **الماء ارتفع8 سم عن موضعه الأصلي يصبح ارتفاع الماء16 سم عن السطح الفاصل**

$\rho_w h_w$	الماء	=	الزيت	$\rho_o h_o$

880xh1=1000x0.16 h1=18.18cm

مثـــال:

أنبوبة ذات شعبتين رأسيتين مساحة مقطع أحد فرعيها ضعف الأخـر وارتفاعها 70 سم ملئت إلى منتصفها بالماء ثم صب في الطرف المتسع زيت إلى أن امتلأ لفوهـته فكم يكون ارتفاع الزيت فوق السطح الفاصل إذاعلمت أن الكثافة النسبية للزيت 0.8 ، للمــاء 1

الحـــل :

$$\because P_B = P_A \therefore \rho_1 \times h_1 = \rho_2 \times h_2 \therefore 800 \times (35 + x) = 1000 \times 3x$$

$$28000 + 800X = 3000 \therefore X 28000 = 2200X$$

$$\therefore X = \frac{28000}{2200} = 12.7cm \therefore H_{oil} = 12.7 + 35 = 47.7cm$$

مثـــال:

عمود من الزئبق ارتفاعه70سم في أنبوبة بارومترية،أوجد مقدار الضغط الذي يمثله هذاالعمود بوحدات الضغط الجوي علما بأن g=9.8 م/ث^2 كثافةالزئـبق13600كجم/ م^3

الحـــل:

1- بوحدة التور(مم0ز) P = 70x10 =700 torr

2- بوحدة باسكال $P = \rho gh = 13600 \times 9.8 \times 0.7 = 0.93296 \times 10^5$

3- بـــــار $P = \frac{0.93296\times10^5}{10^5}$ = **0.93296**

4- جـــــو $\frac{70}{76} = 0.921$ أو $\frac{0.93296\times10^5}{1.013\times10^5}$ =**0.92098** جو

مثال : عند سفح جبل بارومتر يقرأ 1.013×110^5 باسكال بينما يقرأ 10^5 باسكال عند قمة هذا الجبل فإذا علمت أن الكثافة النسبية للهواء بهذا المكان 0.0013 g=10م/ث^2 أوجد ارتفاع الجبل؟

الحـــل: فرق الضغط لعمود الهواء = فرق الضغط الناتج عن فرق قراءتي المانومتر

$\Delta P = \Delta P$ $\rho gH = (P1 - P2)$ $1.3\times10\times H = (1.013\times10^5 - 10^5)$

$H = \frac{0.013\times10^5}{13}$ ارتفاع الجبل = 100 متر

مـثال: بارومتر زئبقي ارتفاع الزئـبق فيه 76سم عند الطابق الأرضي والطابق العلوي 74.6 سم،احسب ارتفاع المبنى إذا كان متوسط كثافة هواء المبنى 1.27، للزئبق 13600كجم/ م^3

الحـل:

$$\Delta P = \rho_{Hg.}g(h_1 - h_2) = \rho_{air}gH \therefore H = \frac{(h_1 - h_2)\rho_{Hg}}{\rho_{air}}$$

$$\therefore H = \frac{(76-74.6)\times10^{-2}\times13600}{1.27} = 150\ m$$

مثـــال: في إحدى الاختبارات لكفاءة الرئتين يطـلب من المريض أن ينفخ بكل قوته عمود من زئبق في أحد فرعي مانومتر فيرتفع الزئبق 6 سم بالأخـر فما قيمة الضغط داخل رئـة المريض؟

الحـــل: الضغـط داخـــل رئتي المريض

$P = Pa + \rho gh$ $P = 0.82\times13600\times9.8 = 1.09\times10^5\ n.m^{-2}$

$$\therefore P = 76 + 6 = 82cmHg$$

-**مثـــال:** إذا كان ارتفاع الزئبق بالفرع المفتوح الخالص للمانومتر أعلى من الفرع المتصل بالمستودع بمقدار 4 سم أحسب ضغـط الغـاز المحبوس بوحدات:-

ا- الســـــم زئبق cm.Hg ب- الضغـط الجوي جـ- بالباسكـــال N/m^2

د- بالبار bar هـ- بالتـــــور Torr

الحـــل: أ- $P = Pa + h = 76 + 4 = 80\ cm.Hg$

ب- $$P_{atm} = \frac{P_{gass}}{P_a} = \frac{80cmHg}{76cmHg} = 1.0526.atm$$

جـ- $P_{atm}\times P_a = 1.0526\times1.013\times10^5 = 1.06628\times10^5 N/m^2$ = للغاز بالباسكال

د- $P = 1.06628$ bar بالبار   هـ- $P = 800$ Torrs بالتور (مم ز)

==

المكبس الهيدروليكى

1- تبعاً لقانون بقاء الطاقة يكون الشغل المبذول واحد أسفل المكبسين (لا يوجد فقد فى الطاقة)
و تكون كفاءة المكبس = 100% نعوض فى القانون :-

$$\eta=\frac{F}{f}=\frac{A}{a}=\frac{S_1}{S_2} \quad , \quad f\ S_1 = F\ S_2$$

2- إذا كانت كفاءة المكبس = 100% $\eta=\frac{FS}{fs}$

3- إذا كان أحد المكبسين أعلى من الآخر فإن $\frac{F}{A}\neq\frac{f}{a}$ **فمثلاً إذا كان المكبس الصغير أعلى من المكبس الكبير فإن معادلة الاتزان :**

$$\frac{f}{a}+\rho g\ h=\frac{F}{A}$$

مسائل على المكبس الهيدروليكى

1) مكبس هيدروليكي النسبة بين قطري مكبسيه 2 : 5 أثر على مكبسه الصغير قوة قدرها 400 N أوجد :
أ) أكبر كتلة توضع على المكبس ليحدث الاتزان .
ب) الفائدة الآلية .   ج) مقدار الضغط على كل من المكبسين .
د) المسافة التي يتحركها المكبس الصغير إذا تحرك الكبير 2 cm

الحــل: أ)

$$\frac{F}{f}=\frac{A}{a}=\frac{\pi R^2}{\pi r^2}\therefore\frac{F}{400}=\frac{25}{4}\therefore F=2500N\Rightarrow m=\frac{F}{g}=\frac{2500}{10}=250kg$$

ب) $$\eta=\frac{F}{f}=\frac{A}{a}=\frac{\pi R^2}{\pi r^2}=\frac{25}{4}$$

ج) $$P=\frac{F}{A}=\frac{F}{\pi R^2}=\frac{2500}{3.14\times(2.5\times10^{-2})^2}=1.27\times10^6 N/m^2$$

د) $$fy_1=Fy_2 \Rightarrow 400\times y_1=2500\times2 \quad \therefore y_1=12.5cm$$

مسائل على الفصل الثالث

1) وعاء كتلته فارغًا 40 g وكتلته مملوءًا بالماء 80g وكتلته مملوءًا بسائل 70g عند نفس درجة الحرارة . احسب قيمة كل من كثافة السائل وكثافته النسبية .

---

2) إناء أسطوانى الشكل نصف قطر قاعدته 3.5 m يحتوى على سائل ارتفاعه 2 m وكانت كثافة السائل $950\ kg/m^3$ بفرض أن الضغط الجوى يعادل 76 cm Hg وكثافة الزئبق $13600\ Kg/m^3$ وعجلة الجاذبية $10\ m/s^2$ احسب :

١ – ضغط السائل على قاع الإناء . ٢ – الضغط الكلى المطلق على قاع الإناء .

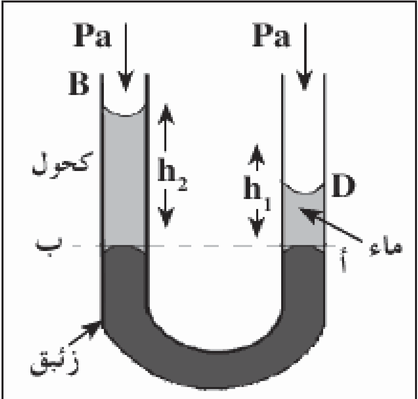
٣ – القوة الكلية المؤثرة على القاع .

3) إطار سيارة يلزمه فرق ضغط قدره $4.5585 \times 10^5\ N/m^2$ احسب القيمة المطلقة لضغط الهواء داخل الإطار وما يعادلها بوحدة الضغط الجوى .

(الضغط الجوى $Pa = 1.013 \times 10^5\ N/m^2$)

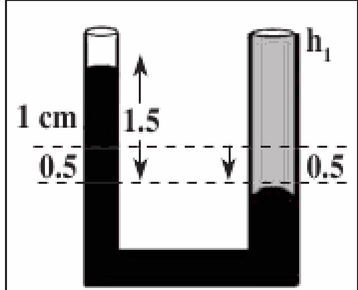
---

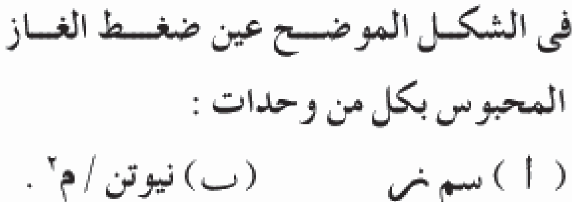
4) أنبوبة ذات شعبتين منتظمة المقطع صب بها كمية زئبق فأصبح ارتفاعه فى الفرعين متساويًا . صب فى أحد الفرعين ماء حتى أصبح ارتفاعه 25 cm احسب ارتفاع عمود الكحول اللازم صبه فى الفرع الآخر حتى يعود مستوى سطحى الزئبق فى الفرعين إلى مستواه الأصلى ، علمًا بأن الكثافة النسبية لكل من الماء والكحول 1 , 0.78 على الترتيب .



---

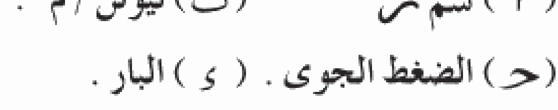
5) أنبوبة ذات شعبتين مساحة مقطعيها $1\ cm^2$ ، $2\ cm^2$ على الترتيب صب فيها كمية من الزئبق . ثم صب فى الفرع المتسع ماء فانخفض سطح الزئبق فيه بمقدار $\frac{1}{2}$ cm ما مقدار ارتفاع الماء ، علمًا بأن كثافة الزئبق $13600\ kg/m^3$ وكثافة الماء $1000\ kg/m^3$ ؟



6) 

فى الشكل الموضح عين ضغط الغاز المحبوس بكل من وحدات :

(أ) سم زئبق (ب) نيوتن / م^2 .



(حـ) الضغط الجوى . (ى) البار .

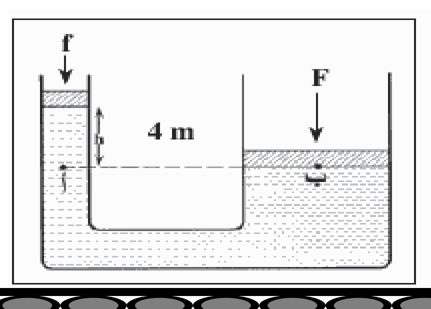
(هـ) التور .

(الضغط الجوى = 76 cm Hg ، ρ للزئبق = $13600\ kg/m^3$ ، $g = 9.8\ m/s^2$)

---

7) عند طبيب الأمراض الصدرية قام مريض بالنفخ بأقصى قوته فى الفرع القصير لبارومتر زئبقى فارتفع الزئبق فى الفرع الخالص عنه فى الفرع المتصل بفمه بمقدار 6.5 cm ما قيمة الضغط داخل رئتى المريض بالبار علمًا بأن الضغط الجوى 76 cm Hg وكثافة الزئبق $13600\ kg/m^3$ وعجلة الجاذبية $9.8\ m/s^2$ ؟

---

8) 

مكبس هيدروليكى كالمبين بالرسم ، كتلة مكبسه الكبير 250 kg ومكبسه الصغير مهمل الكتلة ومساحة مقطع المكبس الكبير $500\ cm^2$ والصغير $25\ cm^2$.

ما مقدار القوة اللازم التأثير بها على المكبس الصغير ...

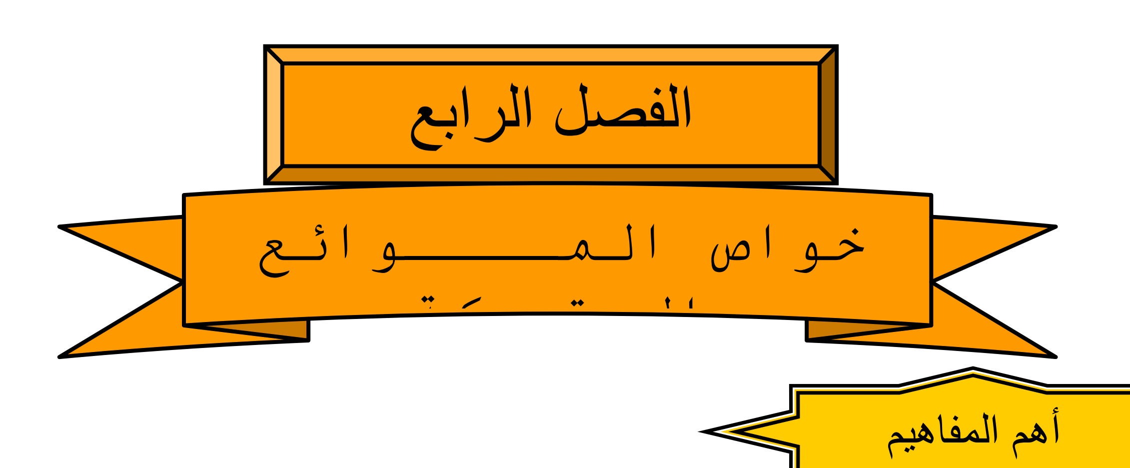
الجاذبية $9.8\ m/s^2$ ؟

8- الجدول التالى يوضح العلاقة بين الضغط P عند نقطة فى باطن بحيرة وعمق هذه النقطة h عن سطح البحيرة والمطلوب رسم علاقة بيانية بين الضغط P ممثلاً على المحور الرأسى وعمق النقطة h ممثلاً على المحور الأفقى ؟ ومن الرسم البيانى أوجد :

h متر	4	8	12	16	20
P بار	1.4	1.8	X	2.6	3

[ا] قيمة الضغط (X) المقابل للعمق 12 متر.

[ب] قيمة الضغط الجوى فوق سطح البحيرة وقت إجراء التجربة بوحدات نيوتن/م^2 .



المفهوم	التعريف
السريان الهادئ (الانسيابى - المستقر)	عندما يتحرك المائع (سائل أو غاز) بحيث تنزلق طبقاته المتجاورة فى نعومة ويسر
السريان المضطرب	إذا زادت سرعة المائع عن حد معين يتحول السريان إلى سريان مضطرب يتميز بوجود دوامات دائرية .
خط الانسياب	هو المسار الذى يتخذه عنصر (جزء) من السائل أثناء انتقاله داخل الأنبوبة من طرف إلى الطرف الآخر.
معدل سريان سائل عند نقطة	يقدر بعدد خطوط الانسياب التى تمر عمودياً بوحدة المساحات التى تمر بتلك النقطة.
معدل الانسياب الحجمى	حجم السائل الذى ينساب فى وحدة الزمن عند أى مقطع فى أنبوبة سريان مستقر.
معدل الانسياب الكتلى	كتلة السائل الذى ينساب فى وحدة الزمن عند أى مقطع فى أنبوبة

	سريان مستقر.
معادلة الاستمرارية	**تتناسب سرعة سريان المائع عند أى نقطة فى الأنبوبة تناسبًا عكسيًا مع مساحة مقطع الأنبوبة عند تلك النقطة.**
اللزوجة	**هى الخاصية التى تتسبب فى وجود مقاومة أو احتكاك بين طبقات السائل تعوق انزلاقها فوق بعضها.**
معامل اللزوجة	**هو القوة المماسية المؤثرة فى وحدة المساحات وتنتج عنها فرق فى السرعة مقداره الوحدة بين طبقتين من السائل المسافة العمودية بينهما الوحدة.**

أهم التعليلات

1) عندما تضيق فوهة أنبوبة يندفع فيها الماء بسرعة.
✹لأن سرعة الاندفاع تتناسب عكسياً مع المساحة.

2) سرعة سريان الدم فى الشعيرات المتفرعة من الشرايين بطيئة جداً.
✹ وذلك لإتاحة الفرصة لتبادل الغازات والمواد الغذائية.

3) يستخدم رجال الإطفاء خراطيم لها طرف مسحوب (مدبب) فى إطفاء الحريق.
✹لوجود علاقة عكسية بين سرعة الانسياب ومساحة المقطع فى السريان المستقر الهادئ لذلك تزداد سرعة اندفاع الماء وبالتالى تصل لمسافات بعيدة فيمكن إطفاء الحرائق .

4) يصعب السباحة فى وسط النهر ضد التيار.
✹ لأن سرعة حركة طبقات الماء تزداد كلما ابتعدنا عن الطبقة الساكنة الملامسة لجدار النهر لذلك تكون سرعة الماء فى الوسط أكبر ما يمكن.

5) يستخدم الباراشوت للقفز من الطائرة.
✹ للعمل على انتظام سرعة الهبوط للأرض وذلك لأنه عندما يهبط يكون وزنه أكبر من قوة دفع الهواء عليه فتزداد سرعته وعندما تزداد سرعته تزداد قوة مقاومة الهواء لحركته (اللزوجة) فتقل سرعة هبوطه وفى هذه الحالة يتساوى وزنه مع مجموع قوتى دفع الهواء واللزوجة.

6) عندما يشتد الهواء يلجأ السائق الذكى لإبطال موتور السيارة.
✹ لأن زيادة سرعة السيارة عن حد معين تزيد من مقاومة الهواء الناتجة عن لزوجته والتى تتناسب مع مربع سرعة السيارة وهنا يستخدم الوقود لمقاومة الهواء.

7) بعض السوائل لزوجتها كبيرة.
✹ لأنه يتولد بين طبقات السائل قوة شبيهة بقوة الاحتكاك تعوق انزلاق طبقاته فوق بعضها البعض.

8) لا يستخدم الماء فى تزييت الآلات ويفضل استخدام الزيت.
✹ لأن الماء لزوجته أقل فلا يلتصق بأجزاء الآلة بينما الزيت لزوجته أكبر فيلتصق بأجزاء الآلة.

9) سرعة الترسيب تساعد الطبيب على معرفة الحجم الطبيعى لكرات الدم الحمراء.
✹ لأن السرعة النهائية لسقوط كرات الدم خلال البلازما تتناسب مع مربع نصف قطر كرة الدم.

10) فى مرض فقر الدم (الأنيميا) تقل سرعة الترسيب وفى الحُمى الروماتزمية تزداد.

✹ **لأن كرات الدم الحمراء تتكسر فيقل حجمها وبالتالى تقل سرعة الترسيب أما فى الحمى الروماتيزمية تتلاصق كرات الدم فيزداد حجمها وتقل سرعة الترسيب.**

11) نشاهد تراكم نبات ورد النيل على جانبى النهر ، بينما يكون متحركًا فى منتصف النهر.

✹ **لأنه طبقًا لقانون اللزوجة تكون سرعة ماء النهر أكبر ما يمكن عند المنتصف، وتقل تدريجيًّا إلى أن تصل إلى نهايتها الصغرى عند جانبى النهر لكبر قوى التلاصق بين الماء والشاطيء لذلك يتراكم نبات ورد النيل على الجانبين.**

وحدات قياس بعض الكميات الفيزيائية

الكمية الفيزيائية التي تقاس بها	الوحـــــــــدة	الوحـــــــــدة المكافئــــــة
معامل اللزوجة	**باسكال . ثانية**	**نيوتن.ث/م^2 = جول. ث /م^3 = كجم.م$^{-1}$.ث$^{-1}$**
معدل السريان الحجمي	**m^3 / s**	
معدل السريان الكتلي	**kg / s**	

العوامل التى يتوقف عليها كلاً من :

■ العوامل التى تتوقف عليها معدل الانسياب الحجمى :

① مساحة مقطع الأنبوبة ② سرعة الانسياب

■ العوامل التى تتوقف عليها معدل الانسياب الكتلى :

① مساحة مقطع الأنبوبة ② سرعة الانسياب ③ كثافة السائل

■ العوامل التي تتوقف عليها قوة اللزوجة:

① مساحة اللوح المتحرك (A) طردى ② فرق السرعة بين طبقتين من السائل (V) طردى

③ المسافة الفاصلة بين اللوحين (S) عكسى

■ معامل لزوجة سائل :

① نوع السائل ② درجة الحرارة .

العلاقات البيانية

1) معدل السريان الحجمي

$Q_V\ (m^3/s)$ — $A\ (m^2)$

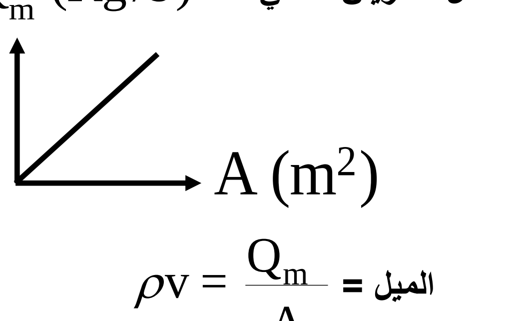
$Q_V\ (m^3/s)$ — $v\ (m/s)$

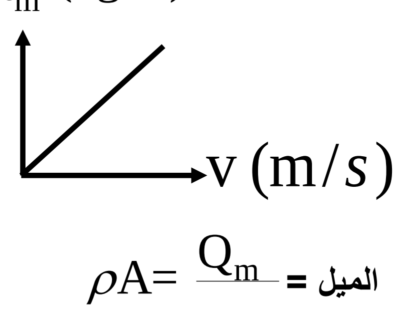


الميل = $v = \frac{Q_V}{A}$ الميل = $A = \frac{Q_V}{v}$

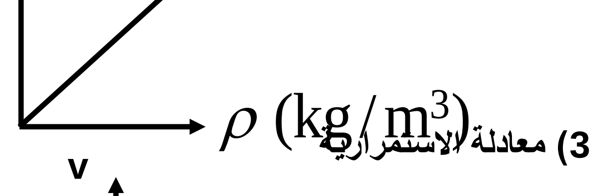
---

2) معدل السريان الكتلي



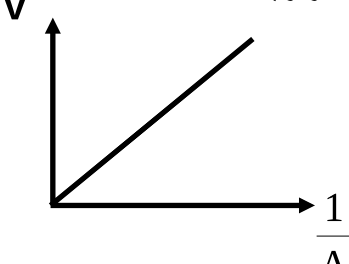


الميل = $\rho v = \frac{Q_m}{A}$ الميل = $\rho A = \frac{Q_m}{v}$



الميل = $Q_v = Av = \frac{Q_m}{\rho}$

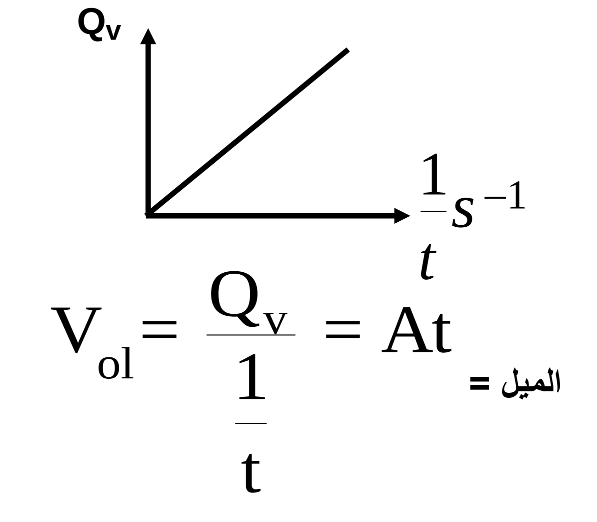
3) معادلة الاستمرارية

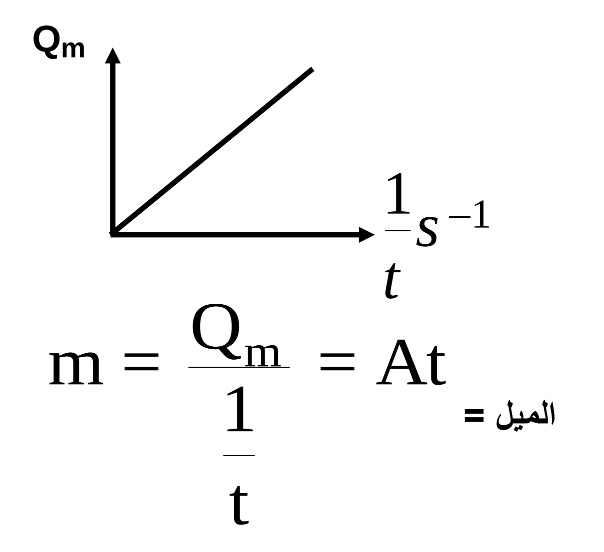


الميل = $$Q_v = \frac{v}{\frac{1}{A}} = Av$$

---

4) العلاقة بين معدل السريان والزمن



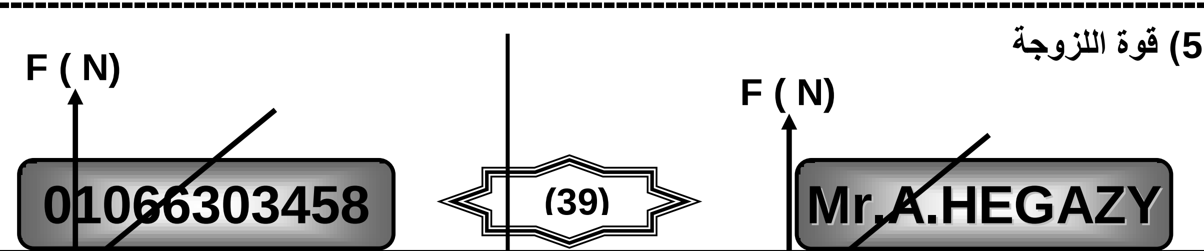


الميل = $$V_{ol} = \frac{Q_v}{\frac{1}{t}} = At$$

الميل = $$m = \frac{Q_m}{\frac{1}{t}} = At$$

---

5) قوة اللزوجة



الميل = $\frac{F}{\frac{1}{d}} = \eta_{vs} . A . v$ الميل = $\frac{F}{A} = \frac{\eta_{vs} . v}{d}$

الميل = $\frac{F}{v} = \frac{\eta_{vs} . A}{d}$

أهم القوانين

معدل السريان الحجمي :	$Q_v = Av$
معدل السريان الكتلي	$Q_m = \rho Q_v = \rho Av$
حساب الزمن اللازم لملئ خزان	الزمن اللازم بالثواني = حجم الخزان / معدل السريان الحجمي
معادلة الاستمرارية (معادلة السريان)	$A_1 \times v_1 = n A_2 \times v_2$
- قوة اللزوجة	$F = \eta_{vs} \frac{Av}{d}$
- معامل اللزوجة	$\eta_{vs} = \frac{Fd}{Av}$

أمثلة محلولة

1) شريان رئيسي تدفق فيه الدم بسرعة 0.08m/s يتفرع إلى 150 شعيرة دموية قطر كل منها $\frac{1}{8}$ قطر الشريان أحسب سرعة الدم في كل شعيرة

$A_1V_1 = n\times A_2V_2 \Longrightarrow \pi r_1^2 v_1 = n\times \pi r_2^2 v_2$

$$v_2 = \frac{r_1^2 v_1}{n r_2^2} = \frac{(8)^2\times 0.08}{150\times(1)^2} = 0.034 m/s$$

---

2) صفيحة مستوية مساحتها $0.01m^2$ تتحرك بسرعة 12.5 cm/s معزولة عن صفييحة أخرى ساكنة كبيرة بطبقة من سائل سمكها 2 mm فإذا كان معامل لزوجة السائل 4kg/m.s احسب القوة اللازمة لحفظ الصفيحة متحركة .

$$F = \eta_{vs} \frac{Av}{d}$$

$$F = \frac{4\times0.01\times12.5\times10^{-2}}{2\times10^{-3}} = 2.5N$$

مسائل

1) أنبوبة يسرى بها سائل مساحة مقطعها عند نقطة (أ) $8cm^2$ ، وعند نقطة أخرى (ب) $1.6 cm^2$ ، فإذا كانت سرعة الماء عند (أ) 15 m/s ، احسب :

١ – سرعة السائل عند (ب) . ٢ – حجم السائل المنساب خلال دقيقة .

٣ – كتلة السائل المنساب خلال $\frac{1}{4}$ ساعة علمًا بأن كثافة السائل $800 kg/m^3$

٤ – الزمن اللازم لملء إناء سعته 500 liter بهذا السائل .

---

2) أنبوبة تدخل منزلاً قطرها 4cm ، وسرعة سريان الماء بها 0.2 m/s تضيق حتى يصبح قطرها فى نهايتها 2cm . احسب :

(أ) سرعة سريان الماء فى نهاية الأنبوبة الضيق .

(ب) معدل حجم الماء المنساب خلال أى مقطع من مقاطع الأنبوبة .

(جـ) كتلة الماء المنساب خلال 5 min ، علمًا بأن

$\rho = 10^3 kg/m^3 , \pi = 3.14$ للماء

($0.8 m/s – 2.512 \times 10^{-4} m^3/s – 75.36 kg$)

---

3) صفيحة معدنية على شكل مستطيل أبعاده $(5cm) \times (4cm)$ ، وضعت فوق صفيحة معدنية مساحتها كبيرة ، وكان بينهما طبقة من السائل سمكها 2mm ، فإذا علمت أنه لزم التأثير على الصفيحة العليا بقوة مقدارها 0.4N لتتحرك بسرعة 20 cm/s . احسب معامل اللزوجة للسائل .

$(2\ kg\ m^{-1}\ s^{-1})$

---

4) الجدول التالي يوضّح العلاقة بين سرعة سريان سائل m/s (V) ، ومقلوب مساحة مقطع الفوهة m^{-2} $(\frac{1}{A})$

سرعة السريان V(m/s)	2	3	5	6	y
مقلوب المساحة $\frac{1}{A}$ (m^{-2})	0.02	x	0.05	0.06	0.08

ارسم العلاقة البيانية بحيث تكون سرعة السريان على المحور الرأسى ، ومقلوب مساحة المقطع للفوهة على المحور الأفقى .

ومن الرسم أوجد قيمة x , y $(0.03\ m^{-2} - 8\ m/s)$

ومن الرسم أوجد حجم السائل الذى يتساب خلال الثانية الواحدة . $(100\ m^3/s)$

قوانين الغازات

أهم المفاهيم

قانون بويل	يتناسب حجم كمية معينه من غاز تناسبا عكسيا مع ضغطه عند ثبوت درجة الحرارة . أو عند ثبوت درجة الحرارة يكون حاصل ضرب حجم كمية معينه من غاز فى ضغطها مقدارا ثابتا.
معامل التمدد الحجمى α_v	هو مقدار الزيادة فى وحدة الحجوم من الغاز وهى فى درجة الصفر سليزيوس إذا ارتفعت درجة حرارتها درجة واحدة عند ثبوت الضغط أو هو النسبة بين الزيادة فى حجم الغاز الى حجمه الاصلى عند صفر سليزيوس لكل ارتفاع فى درجة الحرارة مقداره درجة واحدة عند ثبوت الضغط
قانون شارل	يتاسب حجم كمية معينه من غاز تناسبا طرديا مع درجة حرارته الكلفنية عند ثبوت الضغط . أو ند ثبوت الضغط يزداد حجم كمية من غاز بمقدار 1/273 من حجمها الاصلى عند صفر سلزيوس لكل ارتفاع فى درجة الحرارة بمقدار درجة واحدة (سيليزية أو كلفنية)

الصفر المطلق (الصفر كلفن)	هو درجة الحرارة التى ينعدم عندها حجم الغاز نظريا عند ثبوت الضغط . أو درجة الحرارة التى ينعدم عندها ضغط الغاز نظريا عند ثبوت الحجم .
معامل زيادة ضغط الغاز β_p	هو مقدار الزيادة فى وحدة الضغوط من الغاز وهى فى درجة الصفر سليزيوس اذا ارتفعت درجة حرارتها درجة واحدة عند ثبوت الحجم . أو هو النسبة بين الزيادة فى ضغط الغاز الى ضغطه الاصلى عند صفر سليزيوس لكل ارتفاع فى درجة الحرارة مقداره درجة واحدة عند ثبوت الحجم .
قانون چولى (الضغط)	يتاسب ضغط كمية معينه من غاز تناسبا طرديا مع درجة حرارته الكلفنية عند ثبوت الحجم . أو عند ثبوت الحجم يزداد ضغط كمية من غاز بمقدار 1/273 من ضغطها الاصلى عند صفر سلزيوس لكل ارتفاع فى درجة الحرارة بمقدار درجة واحدة (سيليزية او كلفنية)
القانون العام للغازات	حاصل ضرب حجم كمية معينة من غاز فى ضغطها مقسوما على درجة حرارتها على تدريج كلفن يساوى مقدار ثابت .

ما معنى ما يأتي

1- الثابت العام للغازات = $8.31\ J/mol.^{o}k$

◄ أى ان كمية الطاقة الحرارية اللازمة لرفع درجة حرارة مول واحد من الغاز درجة واحدة كلفنية ويساوى 8.31 جول

2- معامل زيادة ضغط الغاز تحت حجم ثابت يساوى 1/273 $كلفن^{-1}$

◄ اى ان مقدار الزيادة فى وحدة الضغوط من الغاز وهى فى درجة الصفر سليزيوس اذا ارتفعت درجة حرارتها درجة واحدة مئوية عند ثبوت الحجم تساوى 1/273 من حجمه الاصلى .

◄ أو أن النسبة بين الزيادة فى ضغط الغاز الى ضغطه الاصلى عند صفر سليزيوس لكل ارتفاع فى درجة الحرارة مقداره درجة واحدة عند ثبوت الحجم تساوى 1/273 .

3- معامل التمدد الحجمى لغاز تحت ضغط ثابت يساوى 1/273 $كلفن^{-1}$

◄ اى ان مقدار الزيادة فى وحدة الحجوم من الغاز وهى فى درجة الصفر سليزيوس اذا ارتفعت درجة حرارتها درجة واحدة مئوية عند ثبوت الضغط تساوى 1/273 من حجمه الاصلى .

◄ أو أن النسبة بين الزيادة فى حجم الغاز الى حجمه الاصلى عند صفر سليزيوس لكل ارتفاع فى درجة الحرارة مقداره درجة واحدة عند ثبوت الضغط تساوى 1/273 .

التعليلات الهامة

(1) الغازات قابلة للانضغاط	لوجود المسافات الجزيئية الكبيرة نسبيا فتسمح بتقارب جزيئات الغاز عند تعرضه للضغط فيقل الحجم الذى يشغله الغاز .

(2) لا تظهر صعوبة فى تجارب قياس التمدد الحرارى فى حالة الجوامد والسوائل	**لأن قابليتها للانضغاط صغيرة جدا لذا يمكن اهمالها .**
(3) تجارب قياس التمدد الحرارى لغاز معقدة	**لأن حجم الغاز يمكن ان يتغير بتغير كل من الضغط او درجة الحرارة او كليهما .**
(4) معامل التمدد الحجمى تحت ضغط ثابت له نفس القيمة لجميع الغازات ويساوى 1/273 كلفن-1	**لأن الحجوم المتساوية من الغازات المختلفة تتمدد بمقادير متساوية عند رفع درجة حرارتها بنفس المقدار عند ثبوت الضغط**
(5) الحجوم المتساوية من الغازات المختلفة تتمدد بمقادير متساوية عند رفع درجة حرارتها بنفس المقدار عند ثبوت الضغط	**لأن معامل التمدد الحجمى تحت ضغط ثابت له نفس القيمة لجميع الغازات 1/273 كلفن-1**
(6) في جهاز شارل لابد أ ن تكون الانبوبة منتظمة المقطع	**حتى يكون طول عمود الهواء المحبوس مقياسا لحجمه.**
(7) في جهاز شارل لابد أ ن يكون الهواء المحبوس جافا وذلك بوضع قطرة من حمض الكبريتيك المركز فى الانبوبة	**حتى تمتص بخار الماء لان ضغط بخار الماء يختلف عن ضغط الهواء الجاف مما يعطى نواتج غير دقيقة.**
(8) في جهاز شارل لابد أن نسجل قراءات الحجوم عند عدم تحرك قطرة الزئبق	**للتأكد من درجة حرارة الغاز المحبوس تساوى درجة حرارة المراد القياس عندها .**
(9) في جهاز شارل لابد من دخول بخار الماء الذى يغلى من الفتحة العليا	**ليسخن الهواء المحبوس بسرعة ولا يتكثف حيث يخرج من الفتحة السفلى .**
(10) معامل زيادة ضغط الغاز تحت حجم ثابت له نفس القيمة لجميع الغازات ويساوى 1/273 كلفن-1	**لأن الضغوط المتساوية من الغازات المختلفة تزداد بمقادير متساوية عند رفع درجة حرارتها بنفس المقدار عند ثبوت الحجم.**
(11) الضغوط المتساوية من الغازات المختلفة تزداد بمقادير متساوية عند رفع درجة حرارتها بنفس المقدار عند ثبوت الحجم	**لأن معامل زيادة ضغط الغاز تحت حجم ثابت له نفس القيمة لجميع الغازات ويساوى 1/273 كلفن-1**
(12) في تجربة **چولي** يتم تسخين الهواء فى المستودع باستخدام حمام مائى دافىء	**حتى تنتقل الحرارة مباشرة من اللهب مباشرة .**
(13) في تجربة چولي يكون الجزء الغير مغمور من الانبوبة المتصلة بالمستودع صغير	**حتى يمكن إهمال التغير فى حجم الهواء بها**
(14) في تجربة چولي يكون الهواء داخل المستودع جافا	**لأن وجود اى قطرة ماء تتحول الى بخار ماء له ضغط مختلف عن ضغط الهواء الجاف مما يعطى نتائج غير دقيقة .**

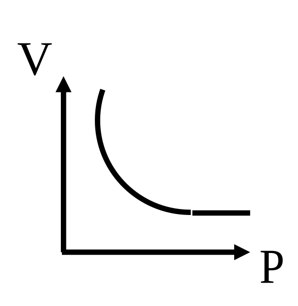
(15)في تجربة جولي يتم خفض الانبوبة القابلة للحركة لاسفل قبل تبريد المستودع	**حتى لا يندفع الزئبق داخل المستودع بسبب انكماش الهواء المحبوس نتيجة لتبريده.**



<u>1) قانون بويل</u>

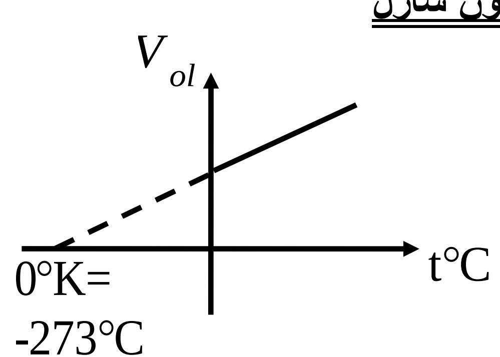
V

$\frac{1}{P}$

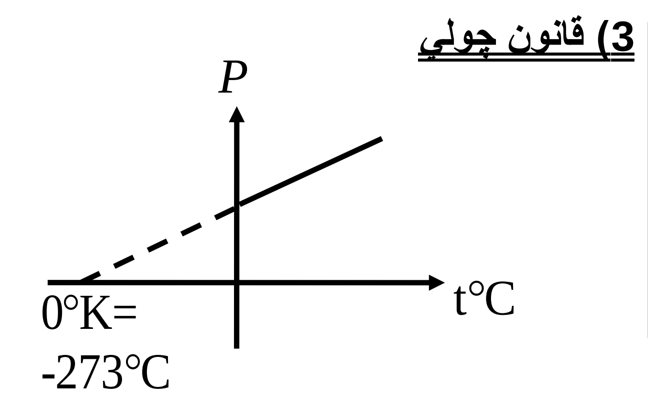


الميل = const (ملحوظة) قانون بويل لا ينطبق على الغازات عند الضغوط العالية .

<u>2) قانون شارل</u>



<u>3) قانون جولي</u>



العلاقات والقوانين

$V_{ol}\ \alpha\ \frac{1}{P} \Rightarrow P_1V_1=P_2V_2$	قانون بويل (عند ثبوت درجة الحرارة)
$V_{ol}\ \alpha\ T \Rightarrow V_1T_2=V_2T_1 \quad \therefore \frac{V_1}{T_1}=\frac{V_2}{T_2}$	قانون شارل (عند ثبوت الضغط)
$\alpha_v = \frac{\Delta V_{ol}}{(V_{ol})_0 \cdot \Delta T} = \frac{V_{100}-V_0}{V_0 \cdot 100} = \frac{1}{273}\ ^\circ K^{-1}$	معامل التمدد الحجمي لغاز
$P\alpha\ T \Rightarrow P_1T_2=P_2T_1 \quad \therefore \frac{P_1}{T_1}=\frac{P_2}{T_2}$	قانون الضغط (عند ثبوت الحجم)
$\beta_p = \frac{\Delta P}{P_0 \cdot \Delta T} = \frac{P_{100}-P_0}{P_0 \cdot 100} = \frac{1}{273}\ ^\circ K^{-1}$	معامل زيادة ضغط الغاز
$PV\alpha\ T \Rightarrow \frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{P_2V_2}{T_2}$	القانون العام للغازات
$\frac{P_1}{\rho_1T_1}=\frac{P_2}{\rho_2T_2}$	القانون العام للغازات بدلالة كثافة الغاز
$\frac{PV}{T}$ ((للخليط $= \frac{P_1V_1}{T_1}+\frac{P_2V_2}{T_2}+\ldots\ldots$	قانون الضغوط الجزيئية
قبل الاتصال $\frac{P_1V_1}{T_1}+\frac{P_2V_2}{T_2}$	في حالة انتفاخين ببعضهما وعند تغير الظروف مثل درجة

الحرارة والحجم والضغط	بعد الاتصال $= \frac{P_1V_1}{T_1} + \frac{P_2V_2}{T_2}$

ملاحظات عند حل المسائل

1) مسائل قانون بويل :

1- غاز فى S . T . P تعنى غاز فى معدل الضغط ودرجة الحرارة وتعنى ان :-

درجة حرارة الغاز = 273 كلفن او صفر سلزيوس وضغط الغاز = 76 سم زئبق

وحجم المول من الغاز= 22.4 لتر

2- فى حالة خلط عدة غازات فى اناء واحد فان :-

حجم كل غاز على حدة = حجم الاناء الذى يتم فيه الخلط

الضغط الكلى للخليط = مجموع الضغوط الجزءية لكل غاز اى $P = P_1 + P_2 + P_3$

للخليط $P\,(V_{ol}) = P_1\,(V_{ol})_1 + P_2\,(V_{ol})_2 + P_3\,(V_{ol})_3$

قبل الخلط $P_1\,(V_{ol})_1 + P_2\,(V_{ol})_2 = P_1\,(V_{ol})_1 + P_2\,(V_{ol})_2$ **بعد الخلط**

3-عند وضع بالون به هواء حجمه $(V_{ol})_1$ داخل صندوق حجمه (V_{ol}) ثم اغلاق الصندوق وعند انفجار البالون فانه :-

يحدث خلط بين الغاز داخل البالون والغار خارج البالون والذى يوجد داخل الصندوق ويصبح :-

للخليط (V_{ol}) = حجم الصندوق

للهواء خارج البالون والموجود فى الصندوق $(V_{ol})_2 = (V_{ol}) - (V_{ol})_1$

للهواء خارج البالون والموجود فى الصندوق $P_2 = P_a$

4- فى مسائل الفقاعة :-

عندما ترتفع الفقاعة من اسفل الماء الى اعلى حتى تصبح تحت سطح الماء مباشرة فان حجم الفقاعة يزداد لان الضغط الواقع على الفقاعة يقل طبقا لقانون بويل ويصبح:-

داخل الماء $P_2 = P_a + h\rho g$ **عند سطح الماء** $P_1 = P_a$

مع ملاحظة ان حجم الفقاعة = حجم الكرة = $4/3\,\pi\, r^3$

5- عند حساب ارتفاع الماء الذى يدخل اسطوانه مساحة مقطعها A عند تنكسيها وغمرها فى الماء :-

قبل غمر الاسطوانه فى الماء $P_1 = P_a$

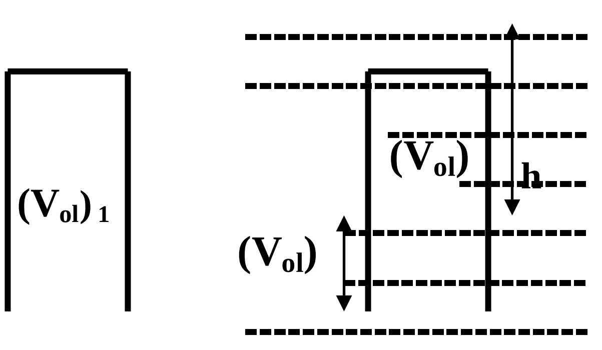
قبل غمر الاسطوانه فى الماء $(V_{ol})_1$

قبل غمر الاسطوانه فى $P_2 = P_a + h\rho g$

بعد غمر الاسطوانه فى الماء $(V_{ol})_2$

$\Delta\,(V_{ol}) = (V_{ol})_1 - (V_{ol})_2$

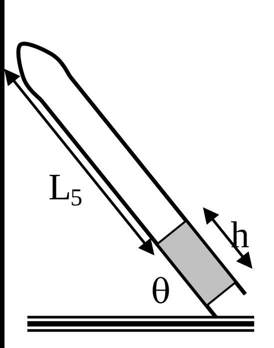
و ويحسب ارتفاع الماء من العلاقة :-

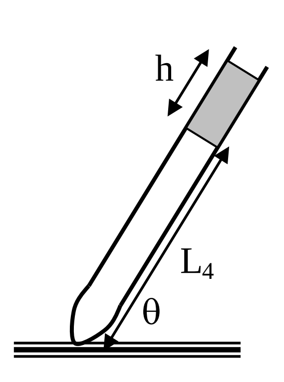


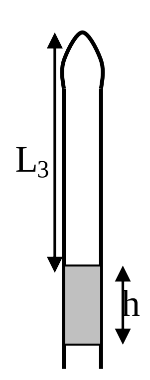
الاسطوانه قبل غمرها   الاسطوانه بعد غمرها

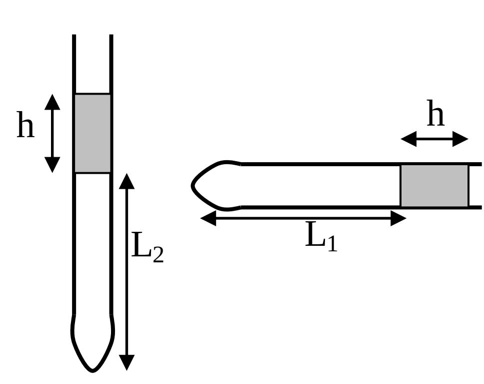
$$h_1 = \frac{\Delta (V_{ol})}{A}$$

6-فى مسائل الانبوبة الشعرية :-









$P_5 = P_a - h\sin\theta$ $P_4 = P_a + h\sin\theta$ $P_3 = P_a - h$ $P_2 = P_a + h$ $P_1 = P_a$

7- لحساب ضغط الغاز المحبوس فى اسطوانه مساحة مقطعها A عند تعليق ثقل كتلته m فى المكبس

ضغط الغاز المحبوس = الضغط الجوى – ضغط الثقل

$$P = P_a - (m\ g \div A)$$

2) مسائل قانون شارل :

1- درجة الحرارة الكلفنية (T) = درجة الحرارة السيليزية (t) + 273

2- يمكن تعيين معامل التمدد الحجمى من العلاقات الاتية :-

$$\alpha_v = \frac{(V_{ol})_{100} - (V_{ol})_o}{(V_{ol})_o \times 100} \qquad \alpha_v = \frac{\Delta V_{ol}}{(V_{ol})_o \times \Delta t}$$

$$\frac{(V_{ol})_1}{(V_{ol})_2} = \frac{1 + (\alpha_v)\, t_1}{1 + (\alpha_v)\, t_2}$$

3- عند تسخين غاز حجمه $(V_{ol})_1$ فى اناء اسطوانى مساحة مقطعه A يحتوى على مكبس قابل للحركة ويراد حساب المسافة التى تحركها المكبس فاننا نحسب :-

اولاً:- حجم الهواء بعد التسخين $(V_{ol})_2$

ثانيا :- الزيادة فى حجم الهواء $\Delta V_{ol} = (V_{ol})_2 - (V_{ol})_1$

ثالثا:- المسافة التى تحركها المكبس $h = \frac{\Delta V_{ol}}{A}$

4- عند تسخين غاز فى اناء حجمه $(V_{ol})_1$ ويراد حساب نسبة ما خرج الى ما كان موجودا :-

$$\text{نسبة ما خرج} = \frac{\Delta V_{ol}}{(V_{ol})_1} = \frac{(V_{ol})_2 - (V_{ol})_1}{(V_{ol})_1} \times 100$$

5- عند تسخين غاز فى اناء حجمه $(V_{ol})_1$ و خرج 25% من حجمه فان :-

حجم الغاز بعد التسخين $(V_{ol})_2$ يتعين كما يلى :-

$$(V_{ol})_2 = (V_{ol})_1 + 0.25\,(V_{ol})_1 = 1.25\,(V_{ol})_1$$

6- عند استخدام الانبوبة الشعرية التى تحتوى على قطرة من الزئبق كترمومتر فان :-

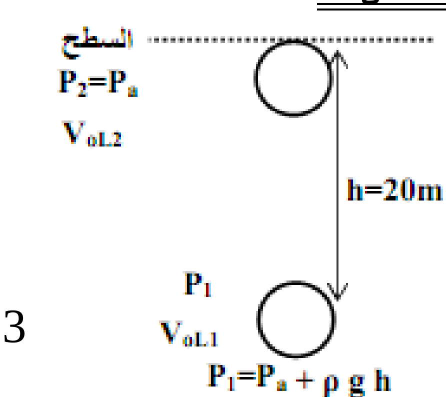
اقصى درجة حرارة يمكن تعينها هى التى يصبح عندها.....

طول عمود الهواء المحبوس = طول الانبوبة - طول قطرة الزئبق وهى داخل الانبوبة

أمثلة محلولة

1) فقاعة من الهواء حجمها $0.2cm^3$ على عمق 20m في الماء أوجد حجمها عند السطح إذا كان الضغط الجوي $1.013\times10^5 N/m^2$ وكثافة الماء $1000kg/m^3$, $g = 9.8m/s^2$

الحـل :



$$P_1 = Pa + \rho gh = 1.013\times10^5 + 1000\times9.8\times20$$

$$= 2.798\times10^5 N/m^2$$

$$---- P_1V_{ol1} = P_2V_{ol2}$$

$$\therefore V_{ol2} = \frac{P_1V_{ol1}}{P_2} = \frac{2.798\times10^5\times0.2}{1.013\times10^5} = 0.587cm^3$$

---

2) أنبوبة شعرية منتظمة المقطع ومفتوحة عند احد طرفيها بها خيط من الزئبق طوله 10cm وضعت أفقياً فكان طول عمود الهواء المحبوس بها 15cm احسب طول عمود الهواء في الحالتين الآتيتين :- أولاً: إذا وضعت الأنبوبة رأسياً وفوهتها إلى أعلى .
ثانياً : إذا وضعت الأنبوبة رأسياً وفوهتها إلى أسفل .(اعتبر الضغط الجوي 76 سم زئبق) .

الحـل :-

(مساحة مقطع الأنبوبة ثابتة)

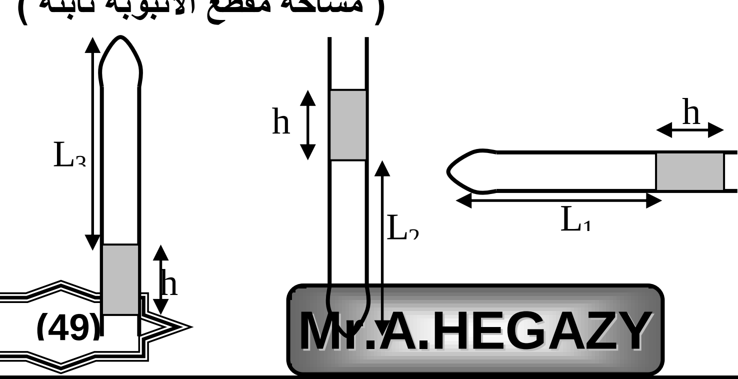
(أولاً)

$$P_1V_{ol1} = P_2V_{ol2}$$

$$\therefore Pa\, h_1 = P_2\, h_2$$

$$76 \times 15 = (76 + 10)\, h_2$$

$$\therefore h_2 = 13.5 \text{ cm}$$



(ثانياً) $P_1V_{ol1} = P_3V_{ol3}$

$\therefore Pa\ h_1 = P_3\ h_3$

$76 \times 15 = (76 - 10)\ h_2$ $\therefore h_3 = 17.27\ cm$

3) كمية من غاز في $17°C$ رفعت درجة حرارتها بمقدار $100°C$ مع بقاء ضغطها ثابت فزاد حجمها بمقدار $2.5\ cm^3$ أوجد الحجم قبل التسخين .

الحل : $T_1 = 17 + 273 = 290°K$, $T_1 = 117 + 273 = 390°K$

$(V_{ol})_2 = (V_{ol})_1 + 2.5$

$$\because \frac{(V_{ol})_1}{(V_{ol})_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \therefore \frac{(V_{ol})_1}{(V_{ol})_1 + 2.5} = \frac{290}{390}$$

$$\therefore (V_{ol})_1 = 7.25cm^3$$

---

4) دورق به هواء سخن من $15°C$ إلى $87°C$ فكم تكون نسبة ما خرج منه من الهواء إلى ماكان موجوداً به بفرض ثبوت الضغط .

الحل : $T_1 = 15 + 273 = 288°K$, $T_1 = 87 + 273 = 360°K$

$$\because \frac{(V_{ol})_1}{(V_{ol})_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \therefore \frac{(V_{ol})_1}{(V_{ol})_1 + V_{ol}'} = \frac{288}{360}$$

$$\therefore \frac{(V_{ol})_1}{(V_{ol})_1 + V_{ol}'} = \frac{4}{5} \Rightarrow \therefore \frac{V_{ol}'}{(V_{ol})_1} = \frac{1}{4} \times 100 = 25\%$$

---

5) وصل مستودع للغاز عند اسفل جبل حيث درجة الحرارة $27°C$ والضغط $75cmHg$ فان سطحا الزئبق في فرعي المانومتر في مستوى أفقي واحد وعندما صعد به شخص على قمة الجبل حيث درجة الحرارة $3°C$ لم يحدث تغير لسطحي الزئبق في فرعي المانومتر احسب ارتفاع الجبل علماً بان كثافة الزئبق $13600kg/m^3$ وكثافة الهواء $1.02kg/m^3$.

الحل :

$$\because \frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \therefore \frac{75}{P_2} = \frac{300}{276} \therefore P_2 = 69 cmHg$$

$$\because \Delta P = P_1 - P_2 \therefore \Delta P = 75 - 69 = 6 cmHg$$

$$(\rho_1 h_1)_{زئبق} = (\rho_2 h_2)_{ماء} \Rightarrow \therefore 13600\times 6\times 10^{-2} = 1.02 h_2 \therefore h_2 = \frac{136\times 6}{1.02} = 800m$$

6) فقاعة من الهواء حجمها $28\ cm^3$ على عمق 10.13m تحت سطح ماء عذب احسب حجمها قبل أن تصل إلى سطح الماء مباشرة بفرض أن درجة حرارة الماء عند العمق المشار إليه 7°C ودرجة الحرارة عند السطح 27°C إذا كان الضغط الجوي 1.013×10^5 Pascal وكثافة الماء $1000 kg/m^3$, $g = 10 m/s^2$

<u>الـحل :</u>

$$\because \frac{P_1 (V_{ol})_1}{T_1} = \frac{P_2 (V_{ol})_2}{T_2}$$

$$\frac{(1.013\times 10^5 + 10.13\times 1000\times 10)\times 28}{280} = \frac{(1.013\times 10^5)\times (V_{ol})_2}{300}$$

$$\therefore (V_{ol})_2 = 60 cm^3$$

---

7) إذا كانت كثافة غاز النتووجين عند S.T.P هي $1.25\ kg/m^3$ احسب كثافة غاز النتروجين عند درجة حرارة 24°C وضغط $0.97 \times 10^5\ N/m^2$.

<u>الـحل :</u>

$$\because \frac{P_1}{\rho_1 T_1} = \frac{P_2}{\rho_2 T_2} \Rightarrow \therefore \frac{1.013\times 10^5}{1.25\times 273} = \frac{0.97\times 10^5}{\rho_2 \times 300}$$

$$\therefore \rho_2 = 1.1 kg/m^3$$



1) كمية من غاز الهيدروجين حجمها 12 liter وضغطها 15 Cm Hg خلطت مع كمية أخرى من نفس الغاز حجمها 8 liter وضغطها 45 Cm Hg وذلك فى إناء واحد مغلق سعته 6 liter . احسب الضغط الكلي للكميتين عند ثبوت درجة الحرارة .

ZY

---

2) في تجربة شارل لتعيين معامل زيادة حجم الغاز عند ثبوت الضغط كان طول عمود الهواء عند غمر الأنبوبة في الجليد المجروش 12 Cm ، ويصبح طوله 16.4 Cm عند إمرار بخار الماء في الغلاف الخارجي . احسب قيمة معامل زيادة حجم الغاز عند ثبوت الضغط .

3) كمية من غاز تشغل $400\ cm^3$ عند درجة حرارة 35° سليزيوس وضغط 75 cm Hg ، ما حجمهما عند معدلى الضغط ودرجة الحرارة (S.T.P) ؟

---

4) كمية من غاز تشغل $100\ cm^3$ عند درجة حرارة 25° سليزيوس وتشغل $118.5\ cm^3$ عند درجة 80° سليزيوس مع ثبوت الضغط في الحالتين .

احسب قيمة معامل التمدد الحجمى للغاز عند ثبوت الضغط .

---

5) أجريت تجربة عملية باستخدام جهاز چولى لدراسة تغير ضغط كتلة معينة من غاز جاف مع درجة حرارته على تدريج سيليزيوس عند ثبوت الحجم فكانت النتائج كالآتى :

درجة الحرارة(t) (سيلزيوس)	0	10	30	a	80	100
الضغط (p) (cm Hg)	b	71	76	78.5	88.5	93.5

(أ) ارسم الخط البيانى بحيث تكون درجة الحرارة على المحور الأفقى والضغط على المحور الرأسى .

(ب) من الرسم البيانى أوجد : ١ – قيمة كل من (a) ، (b) .

٢ – معامل زيادة ضغط الغاز عند ثبوت الحجم .

منتدى الامتحان التعليمى



تمت بحمد الله

مع أطيب التمنيات بالنجاح والتفوق

الأستاذ / عبدالمعطي محمود حجازي